

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

Bioestratigrafía con Conodontos del Givetense (Devónico Medio) del Pirineo Central

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

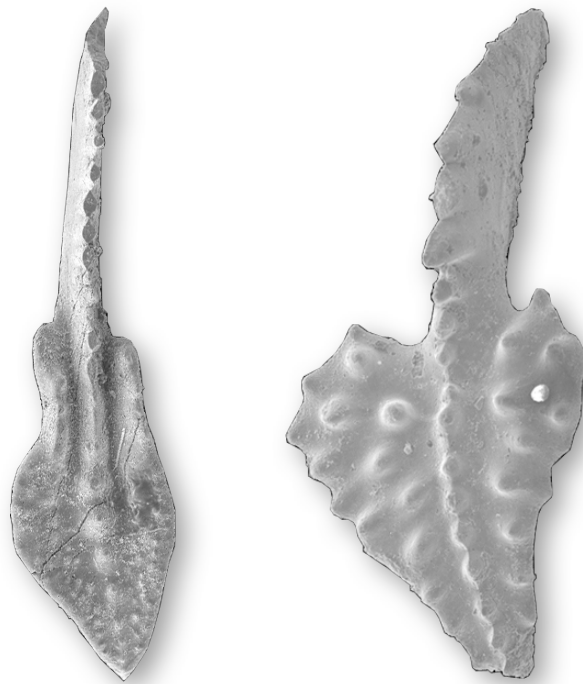
Jau-Chyn Liao Chen

Directores

Sergio Rodríguez García
José Ignacio Valenzuela Ríos

Madrid, 2014

**BIOESTRATIGRAFÍA
CON CONODONTOS DEL
GIVETIENSE (DEVÓNICO MEDIO)
DEL PIRINEO CENTRAL.**



JAU-CHYN LIAO CHEN

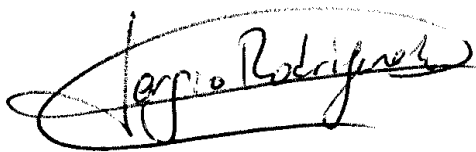
TESIS DOCTORAL

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

2014

La presente Tesis doctoral ha sido elaborada por *Jau-Chyn Liao Chen*, para optar al Grado en Ciencias Geológicas y con mención de “Doctor Europeo”. Ha sido dirigida por los doctores Sergio Rodríguez García (Madrid) y José Ignacio Valenzuela Ríos (Valencia) y realizada en los Departamentos de Paleontología (UCM, Madrid) y Geología (UV, Valencia); además, en el Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum (Frankfurt am Main).

Madrid, primavera del 2014



Fdo: Sergio Rodríguez García



Fdo: José Ignacio Valenzuela Ríos

La presente memoria de esta tesis está adaptada a los requisitos exigidos para optar por la Mención Europea en el título de Doctor (artículo 7.2 de la normativa de doctorado de la UCM). De modo que la presentación del resumen y los capítulos 8 (Discusión Bioestratigráfica) y 11 (Conclusiones) están redactadas en uno de los idiomas científicos actuales, en este caso, el inglés.

Al mismo tiempo, se presenta en esta tesis la modalidad por artículos científicos indexados (ver Anexo II) y la actualización de los datos en el transcurso de la elaboración de esta memoria.

Agradecimientos

Gracias, es una palabra tan pequeña pero con un gran significado...y que, en estos tiempos, no se pronuncia tan a menudo como se debería.

Siempre he querido plasmar mis pensamientos en un papel.

Siempre pensaré lo importante que es para mí escribir unas palabras de agradecimiento a las personas que realmente importan, tarea que siempre tengo presente.

Quisiera expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mis directores de esta tesis de investigación, Sergio y Nacho, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma, pero sobretudo por la motivación, paciencia y el apoyo incondicional recibido a lo largo de estos años. Sin el apoyo de ellos, no sería posible mi progreso científico.

A mis tutores Peter Königshof y Eberhard Schindler durante mis estancias de investigación en el *Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum*, mi especial gratitud a ellos por transmitirme sus conocimientos de la antigua escuela de la conodontología "ziegleriana", por permitir el uso del laboratorio, la biblioteca, demás dependencias del centro de investigación y como no, sus amistades. También, sin olvidar mi enorme agradecimiento a Peter por conseguir ayudas para jóvenes investigadores por las participaciones en los proyectos del PIGC 499 y 596 y también a la beca de investigación del DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst). Mis agradecimientos también va dirigida a Uli Jansen, Karsten Weddige, Mena Schemm-Gregory †, Isabel Clasen, Jana Anger, Michael Ricker, quiénes me facilitaron todas las ayudas necesarias para que mi estancia fuera grata.

Al más generoso Prof. Peter Carls (*TU de Braunschweig*) que me ofreció disponibilidad inmediata en las distintas dependencias como en su "*Conodonten Labor*", su biblioteca particular y un cálido lugar de trabajo en un histórico edificio "*Barracke*"; además, sin olvidar de haber compartido largas charlas científicas en "*Piko*", junto con Dodo, Falk y Nacho.

A mis padres por su apoyo, su amor y comprensión que permanentemente me hacen sentir segura de lo que hago. A Roberto por su ayuda altruista en el trabajo de campo, construyendo un fácil acceso a la sección de Renanué. De ellos es este logro y para ellos es todo mi agradecimiento.

A mis hermanas/os y sobrinos/as por acompañarme en este viaje: "La Vida" y compartir mi pasión por ella.

A mis grandullón *Pirata* y chiquitín *Devon*, dos mascotas que me han acompañado en casa (al otro lado de la puerta del estudio) y en las campañas de campo que muchas veces llegamos cansados pero, son ellos los que te hacen olvidar después de una jornada larga de trabajo. Especialmente a Devoncito le debo por su afán aventurero y científico la búsqueda del límite Givetiense/Frasniense en la sucesión de La Guàrdia d'Ares.

A mis amigos/as íntimos/as: Ellos/as saben quiénes son. Aprecio sus curiosidades, consejos, lealtad, gratos momentos y vuestro generoso apoyo.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis queridos compañeros del Departamento de Paleontología de Madrid, aquellos interesados en el estado de mi tesis y motivarme hasta el final.

Sin olvidar de mencionar a los muy queridos compañeros del Departamento de Geología de Valencia. A Carlitos, por compartir las largas y laboriosas campañas de campo. A Carmen y Juan por sus recordatorios cariñosos en finalizar la tesis, así mismo, sus apoyos incondicionales. A Annita y “Mama Ana” por sus cariñosos consejos y paciencias en escuchar mi desesperación. A Fermín y Puri por sus ayudas incondicionales.

A Sofie Gouwy: quién compartió conmigo los datos científicos de su tesis doctoral y permitirme el uso para su comparación con los datos pirenaicos, así mismo su amistad. Al otro sabio supremo y único, el Prof. Gilbert Klapper por su generosidad y humildad, así como sus consejos y darme respuestas a mis continuas preguntas y dudas científicas. Del mismo modo, agradezco la gentileza y hospitalidad del Prof. Michael Murphy durante mis estancias en Sierra Madre (California) y el ofrecimiento para estudiar las colecciones del Devónico Medio de Nevada y compararlas con las del Pirineo.

A todos aquellos colegas del Devónico y Paleozoico por su constante apoyo e interés por escucharme durante los simposium del PIGC.

A los revisores, los Profs. Jenaro García Alcalde, Juan Usera Mata, Peter Carls y Sofie Gouwy por sus disponibilidades inmediatas así como sus recomendaciones; sin sus comentarios constructivos, la memoria de esta tesis no cumple su calidad científica.

Finalmente, a los miembros del Tribunal que evaluarán esta Tesis, les agradezco con antelación su disponibilidad y tiempo.

Siempre estaré en deuda permanente.

Jamás voy a olvidaros.

GRACIAS!!!!!!!

“ Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber ”

Albert Einstein

| Índice | | |
|-----------|--|--|
| Capítulos | Temática | Páginas |
| 1 | Introducción, objetivos, resultados y conclusiones (en inglés) | 1 - 8 |
| 2 | Contexto Geológico del Pirineo Central Español. Localización geográfica del área de estudio. | 9 - 13 |
| 3 | Antecedentes | 15 - 20 |
| 4 | <p>Litoestratigrafía.</p> <p>4.1. Descripción de las unidades litoestratigráficas</p> <p>4.2. Subfacies Sierra Negra:</p> <p>4.2.1. Sucesión de Basibé</p> <p>4.2.2. Sucesión de Ampriú</p> <p>4.3. Subfacies Renanué:</p> <p>4.3.1. Sucesión de Sahún</p> <p>4.3.2. Sucesión de Renanué</p> <p>4.4. Subfacies Compte:</p> <p>4.4.1. Sucesión de Compte</p> <p>4.4.2. Sucesión de La Guàrdia d'Ares</p> | <p>21 - 28</p> <p>28 - 37</p> <p>38 - 61</p> <p>62 -100</p> |
| 5 | Subdivisión y límites actuales del Givetiense según la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Devónico (SDS) | 101 - 112 |
| 6 | Terminología morfológica | 113 - 117 |
| 7 | <p>Actualización de la Sistemática Paleontológica</p> <p>Género <i>Ancyrodella</i>:</p> <p><i>Ancyrodella africana</i></p> <p><i>Ancyrodella chiyangi</i> n. sp.</p> <p><i>Ancyrodella devonica</i></p> <p><i>Ancyrodella javieri</i> n. sp.</p> <p><i>Ancyrodella lobata</i></p> <p><i>Ancyrodella mouravieffi</i></p> <p><i>Ancyrodella pristina</i></p> <p><i>Ancyrodella rotundiloba alata</i></p> <p><i>Ancyrodella rotundiloba rotundiloba</i></p> <p><i>Ancyrodella</i> sp. A</p> <p>Género <i>Icriodus</i>:</p> <p><i>Icriodus amabilis</i></p> <p><i>Icriodus brevis brevis</i></p> <p><i>Icriodus difficilis</i></p> | <p>119 - 133</p> <p>121</p> <p>121</p> <p>122</p> <p>123</p> <p>124</p> <p>124</p> <p>125</p> <p>126</p> <p>127</p> <p>129</p> <p>134 - 144</p> <p>134</p> <p>135</p> <p>135</p> |

| Índice | | |
|--------|--|-----------|
| 7 | Género <i>Icriodus</i>: | 134 - 144 |
| | <i>Icriodus latecarinatus</i> | 136 |
| | <i>Icriodus latericrescens latericrescens</i> | 137 |
| | <i>Icriodus lilliputensis</i> | 138 |
| | <i>Icriodus lindensis</i> | 138 |
| | <i>Icriodus obliquimarginatus</i> | 139 |
| | <i>Icriodus</i> aff. <i>regularicrescens</i> | 141 |
| | <i>Icriodus struvei</i> | 141 |
| | <i>Icriodus</i> aff. <i>subterminus</i> | 144 |
| | <i>Icriodus symmetricus</i> | 144 |
| | <i>Icriodus</i> sp. A | 144 |
| | Género <i>Klapperina</i>: | 145 - 150 |
| | <i>Klapperina disparilis</i> | 145 |
| | <i>Klapperina disparalvea</i> | 146 |
| | <i>Klapperina ovalis</i> | 147 |
| | <i>Klapperina</i> cf. <i>ovalis</i> | 150 |
| | Género <i>Mesotaxis</i>: | 151 - 152 |
| | <i>Mesotaxis falsiovalis</i> | |
| | Género “<i>Ozarkodina</i>”: | 152 - 159 |
| | “ <i>Ozarkodina</i> ” <i>sannemanni adventa</i> | 152 |
| | “ <i>Ozarkodina</i> ” <i>sannemanni proxima</i> | 153 |
| | “ <i>Ozarkodina</i> ” <i>sannemanni sannemanni</i> | 154 |
| | “ <i>Ozarkodina</i> ” <i>semialternans</i> | 155 |
| | “ <i>Ozarkodina</i> ” sp. A | 157 |
| | Género <i>Polygnathus</i>: | 161 - 215 |
| | <i>Polygnathus alveoliposticus</i> | 161 |
| | <i>Polygnathus angusticostatus</i> | 162 |
| | <i>Polygnathus</i> aff. <i>angustidiscus</i> | 163 |
| | <i>Polygnathus angustipennatus</i> | 164 |
| | <i>Polygnathus ansatus</i> | 169 |
| | <i>Polygnathus collieri</i> | 170 |
| | <i>Polygnathus costatus oblongus</i> | 171 |
| | <i>Polygnathus cristatus cristatus</i> | 172 |
| | <i>Polygnathus cristatus ectypus</i> | 176 |
| | <i>Polygnathus decorosus</i> | 176 |
| | <i>Polygnathus dengleri dengleri</i> | 177 |
| | <i>Polygnathus dubius</i> | 179 |

| Índice | | |
|--------|--|-----------|
| 7 | <i>Polygnathus eiflius</i> | 180 |
| | <i>Polygnathus elegantulus</i> | 180 |
| | <i>Polygnathus furtivus</i> | 180 |
| | <i>Polygnathus hemiansatus</i> | 184 |
| | <i>Polygnathus latifossatus</i> | 185 |
| | <i>Polygnathus limitaris</i> | 186 |
| | <i>Polygnathus linguiformis klapperi</i> | 188 |
| | <i>Polygnathus linguiformis linguiformis</i> | 188 |
| | <i>Polygnathus linguiformis mucronatus</i> | 190 |
| | <i>Polygnathus linguiformis weddigei</i> | 195 |
| | <i>Polygnathus linguiformis ssp.</i> | 196 |
| | <i>Polygnathus ljaschenkoi</i> | 197 |
| | <i>Polygnathus ordinatus</i> | 197 |
| | <i>Polygnathus ovatinodosus</i> | 197 |
| | <i>Polygnathus pennatus</i> | 199 |
| | <i>Polygnathus pseudofoliatus</i> | 200 |
| | <i>Polygnathus pseudoeiflius</i> | 201 |
| | <i>Polygnathus rhenanus</i> | 202 |
| | <i>Polygnathus rugosa</i> | 203 |
| | <i>Polygnathus tafilensis</i> | 207 |
| | <i>Polygnathus timorensis</i> | 208 |
| | <i>Polygnathus varcus</i> | 208 |
| | <i>Polygnathus webbi</i> | 209 |
| | <i>Polygnathus xylus ensensis</i> | 210 |
| | <i>Polygnathus xylus xylus</i> | 210 |
| | <i>Polygnathus sp. A</i> | 212 |
| | <i>Polygnathus sp. B</i> | 212 |
| | <i>Polygnathus sp. C</i> | 212 |
| | Género <i>Schmidtognathus</i>: | 216 - 221 |
| | <i>Schmidtognathus hermanni</i> | 216 |
| | <i>Schmidtognathus peracutus</i> | 217 |
| | <i>Schmidtognathus pietzneri</i> | 218 |
| | <i>Schmidtognathus aff. pietzneri</i> | 219 |
| | <i>Schmidtognathus wittekindti</i> | 220 |
| | Género <i>Skeletognathus</i>: | 222 - 224 |
| | <i>Skeletognathus norrisi</i> | |
| | Género <i>Tortodus</i>: | 224 - 231 |
| | <i>Tortodus bultyncki</i> | 224 |

| Índice | | |
|--------|---|---|
| 7 | <i>Tortodus aff. bultyncki</i> <i>Tortodus caelatus</i> <i>Tortodus kockelianus kockelianus</i> <i>Tortodus trispinatus</i> <i>Tortodus weddigei</i> | 255 225 226 227 228 |
| 8 | Discusión Bioestratigráfica. (en inglés) 8.1. Subfacies Sierra Negra: Sucesiones de Basibé y Ampriú. 8.2. Subfacies Renanué: Sucesiones de Sahún y Renanué. 8.3. Subfacies Compte: Sucesiones de Compte y La Guàrdia d'Ares. 8.4. Comparación de la sucesión de Villech (Subfacies Compte). 8.5. Discusión de las biozonas reconocidas. 8.6. Rango general de Conodontos en el Pirineo Central e identificación de los límites bio y cronoestratigráficos. | 233 - 265 235 239 247 258 261 264 |
| 9 | Estudio de biofacies de conodontos. 9.1. Introducción. 9.2. Descripción de las biofacies. 9.3. Análisis de biofacies. 9.4. Discusión de los resultados. | 267 - 285 269 270 282 285 |
| 10 | Sucesiones estratigráficas, facies e interpretación paleoambiental de la secuencia carbonatada del Devónico Medio y Superior del Area de Facies del Sur. 10.1. Introducción. 10.2. Descripción general de las secciones estudiadas 10.2.1. Subfacies Sierra Negra. 10.2.2. Subfacies Renanué. 10.2.3. Subfacies Compte. 10.3. Resultado del análisis de facies. Tipos de facies reconocidos. 10.4. Interpretación de la sedimentación carbonática en el Devónico Medio y Superior del área de estudio. | 287 - 307 289 290 292 305 |
| 11 | Conclusiones | 307 - |
| 12 | Referencias. Anexo I. Lista de catalogación del material publicado y figurado aquí. Anexo II. Contribuciones científicas: selección de artículos indexados. | |
| | | |

ABRIDGED ABSTRACT

1.1. Introduction

The knowledge on Middle and Upper Devonian conodont biostratigraphy from the Spanish Pyrenees was, until now, scarce. Wirth (1967), who focussed his research in the Navarre Pyrenees, reported one of the first relevant works. Subsequently, the conodonts of this time-span in the Pyrenees were studied by Boersma (1973), Sanz-López (1986), Valenzuela-Ríos & Carls (1994) and Sanz-López (1995). However, the information presented by the aforementioned authors was only of local relevance and without the enough detail on a global scale current knowledge. Therefore, it was necessary to study this time interval in deeper detail for the area. One of the relevance of the Spanish Pyrenees is the preservation of numerous Givetian and Frasnian outcrops rich in conodonts and in different type of facies development.

Because of that, a throughout sampling campaign and meticulous study of the sections previously analyzed by Boersma was planned; the new results on Spanish Pyrenees conodont biostratigraphy were presented to the scientific community and, in this way, contribute to the International Subcommission on Devonian Stratigraphy (SDS) efforts on the redefinition and subdivision of the Devonian stages.

At the same time, and due to the abundant palaeontological record and the continuity of the sedimentary record of the studied sections relevant information, that can be significant for uttermost studies on the Pyrenean basin paleogeographical reconstructions, was obtained. Thus, the results point out the great potential of this area for the research on conodonts and show the significance for correlation with nearby regions.

As a consequence this area has a high potential for a detailed biostratigraphical subdivision and for a direct comparison among the several conodont biozonations.

This study, thus, pertains to the redefinition, refinement and subdivision of the Devonian stages recently proposed by the SDS. We contribute to the activities of this Subcommission regarding a global agreement on the Middle and Upper Devonian Standard Conodont Chronostratigraphic Scale. Particular interest is devoted to the lower and upper boundaries of the Givetian Stage, the latter one coincides with the lower boundary of the Upper Devonian Series. Also an evaluation of the subdivision and characterization of the Givetian Stage into three substages (lower, middle and upper) is accomplished.

1.2. General aim and objectives

The main goal of this work consists on the construction of a comprehensive taxonomic data base on the Phylum Conodonta that allows the establishment of a detailed biostratigraphical scale for the Givetian and Lower Frasnian (Middle and Upper Devonian) in the Spanish Central Pyrenees and its correlation with the standard international scale.

To achieve the main goal, the following main objectives were set up:

- 1) To obtain an ample conodont collection that enables classification and morphological descriptions of the relevant taxa.
- 2) To study in detail the conodont association and to establish the biostratigraphical distribution of the taxa for the studied interval.
- 3) To make enough thin sections for the petrological study of the levels sampled for conodonts, so that by means of the microfacies analysis, it would be possible to connect sedimentological and biofacies changes and to provide, for the first time, a palaeoenvironmental interpretation of the distinct areas of subfacies.
- 4) To compare the specimens from the different successions in the studied area

seeking at biofacies and biodiversity analyses and the interpretation of the plausible phylogenetic relations.

5) To contrast the Pyrenean sequences with others around the world, specially with those from the Cantabrian Cordillera, Montagne Noire, Rhenish Mountains, Ardennes, Carnic Alps, Holy Cross Mountains, Southeastern Morocco, Tajikistan, Uzbekistan, Russian Platform, Siberia, Southeastern China, USA, Canada and Australia.

Besides as a secondary objective, a new research line consisting on the faunal comparison of the conodonts from the Spanish Central Pyrenees, Montagne Noire and the Rhenish Mountains aiming at an ontogenetic study, morphological variation and biostratigraphical implications of the genus *Skeletognathus* was pursued.

1.3. Brief comments on the scientific progress of this work

From 2006 on, the preliminary results showed that the studied sections in the Spanish Central Pyrenees are extremely important for the identification and characterization of the standard conodont biozonation and support the SDS proposal regarding the subdivision of the Givetian Stage into three substages. Furthermore, the lower and upper boundaries of the Givetian Stage were recognized.

A few years later an attempt to establish the possible phylogenetic relationships within the early specimens of *Ancyrodella* based on the faunal association around the Givetian/Frasnian transition was addressed. At the same time, these records were used to test their strength to substance high-resolution zonal biostratigraphy.

Along the construction of this report, the three Givetian Substages, as envisaged by the SDS and their corresponding biozones were identified in the Pyrenean successions.

During the last years and due to the large quantity and great quality of the material obtained, a throughout study on morphological features of selected genera and their implication for the biostratigraphy around the Givetian/Frasnian transition was carried out. Besides, the diversity evolutionary pattern obtained for the Givetian in the Pyrenees differs from the classical one.

Also, the microfacies of the studied sections in the different areas of subfacies were analyzed and this analysis was then, combined with the conodont-based biofacies evaluation.

The last results of my research are an attempt of bio-chronostratigraphical correlation of the successions from the different areas of subfacies in the Spanish Central Pyrenees and their worldwide correlation.

1.4. Results and scientific contributions

441 conodont samples and 162 rock samples from nine stratigraphical successions from the Sierra Negra, Renanué and Compte Subfacies were collected and studied. 86 taxa of *Ancyrodella*, *Icriodus*, *La Guàrdia d'Ares*, *Klapperina*, *Mesotaxis*, "*Ozarkodina*", *Polygnathus*, *Schmidtognathus*, *Skeletognathus* and *Tortodus* are described; two are new and six are in open nomenclature. Besides, 10 morphotypes of biostratigraphical value are described. The ranges of 13 taxa are either downwards or upwards extended. *P. furtivus*, *P. ljaschenkoi* and *Polygnathus* sp. C. are recorded for the first time in Europe. 17 standard conodont zones from the lower Eifelian (*costatus*) to the Middle Frasnian (MN6) are recognised. 13 are identified by the index taxon; three by the characterising conodont assemblage and one by its stratigraphic position. The recorded Spanish conodont succession allows very fine correlations with most of the North-American, European, Asian and North-African sequences and supports the International Subcommittee on Devonian

Stratigraphy proposal regarding the subdivision of the Givetian Stage into three Substages, Lower, Middle and Upper. The analysis of the conodont sequences through time and space allows recognition of 14 biofacies; eight are in the Upper Givetian linked to the evolutive radiation of the group. The analysis of calcareous facies identifies four facies and seven subfacies; the dominant microfacies are wackestone and/or packstone. In general, a transgressive trend during the Eifelian that changes to a regressive trend during the Lower and Middle Givetian, that finally evolves to a transgressive trend in the Upper Givetian and continued up to the Middle Frasnian can be inferred. The combined studies on systematics, biofacies, lithofacies and biofacies support the subdivision of the Southern Facies Area into four Subfacies Areas.

A selection of the indexed works that are attached at the end of this report (anexo II) is provided.

- Liao, J.-C. & Valenzuela-Ríos, J. I. (2013): The Middle and Upper Devonian Conodont Sequence from La Guardia d'Àres section (Spanish Central Pyrenees) **Bulletin of Geosciences** 88 (2): 339-368. doi [10.3140/bull.geosci.1348](https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1348)
- Gouwy, S., Liao, J.-C. & Valenzuela-Ríos, J. I. (2013): Eifelian (Middle Devonian) to Lower Frasnian (Upper Devonian) conodont biostratigraphy in the Villech section (Spanish Central Pyrenees) **Bulletin of Geosciences** 88 (2): 315-338. doi [10.3140/bull.geosci.1341](https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1341)
- Liao, J.-C. & Valenzuela-Ríos, J. I. (2012): Upper Givetian and Frasnian (Middle and Upper Devonian) Conodonts from Ampriú (Aragonian Pyrenees, Spain): Global Correlations and Paleogeographic Relations. **Paleontology**. 1150: 1-24. doi: [10.1111/j.1475-4983.2012.01150.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2012.01150.x)
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J.-C. (2011): Color/facies changes and Global Events, a hoax? A case study from the Lochkovian (Lower Devonian) in the Spanish Central Pyrenees. **Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology**. doi:[10.1016/j.palaeo.2011.09.007](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.09.007)
- Liao, J.-C.; Königshof, P.; Valenzuela-Ríos, J. I. & Schindler, E. (2008): Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian - Lower Frasnian; Aragonian Pyrenees, N. Spain). **Bulletin of Geosciences** 83 (4): 481-490.
- Ginter, M.; Liao, J.-C. & Valenzuela-Ríos, J. I. (2008): New data on chondrichthyan microremains from the Givetian of the Renanué section in the Aragonian Pyrenees (Middle Devonian, Spain). In: Michał Ginter & Robert Niedźwiedzki (Eds.). Evolution and diversity of chondrichthyans. Sharks. **Acta Geologica Polonica** 58 (2): 165-172.
- Liao, J.-C. & Valenzuela-Ríos, J. I. (2008). Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte Section (Middle-Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees). **Geological Quarterly** 52 (1): 37-54.
- Liao, J.-C.; Ginter, M. & Valenzuela-Ríos, J. I. (2007). Chondrichthyan microremains from the Givetian of Aragonian Pyrenees. **Bulletin de la Société géologique de France** 178 (3): 171-178.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J.-C. (2006): Annotations to Devonian Correlation Table, R 357-360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. **Senckenbergiana lethaea**, 86 (1): 37-54.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J.-C. (2006): Pyrenees Middle Devonian Sierra Negra. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. **Senckenbergiana lethaea**, 86 (1): column R357dm06.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J.-C. (2006): Pyrenees Middle Devonian Baliera. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. **Senckenbergiana lethaea**, 86 (1): column R358dm06.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J.-C. (2006): Pyrenees Middle Devonian Renanué. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. **Senckenbergiana lethaea**, 86 (1): column R359dm06.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J.-C. (2006): Pyrenees Middle Devonian Compte. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. **Senckenbergiana lethaea**, 86 (1): column R360dm06.

- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J-C. (2006): Pyrenees Upper Devonian Sierra Negra. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R357ds06.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J-C. (2006): Pyrenees Upper Devonian Baliera. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R358ds06.
- Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J-C. (2006): Pyrenees Upper Devonian Renanué. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R359ds06. Valenzuela-Ríos, J. I. & Liao, J-C. (2006): Pyrenees Upper Devonian Compte. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R360ds06.
- Liao, J.-C.; Valenzuela-Ríos, J.I. & Rodríguez, S. (2001): Descripción de los conodontos del Givetense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué. (Pirineos Aragoneses). *Coloquios de Paleontología*, 52: 13-45. Madrid. ISSN 1132-1660.

1.5. Conclusions

The Eifelian to Middle Frasnian marine sediments of the Spanish Central Pyrenees constitute only about 40 m thick, but rather continuous even-bedded succession of limestones and, thus, contrast from their age equivalents in the Western Pyrenees, where near kilometric siliciclastics and reefal limestones dominate.

The lithostratigraphic characterisation of the studied sections supports the assignation of the outcropping rocks to different units (Subfacies Areas). The Givetian strata from the Renanué Subfacies (Renanué Limestone) differ from those of the Compte Subfacies (Comabella Fm.) The Upper Givetian strata of the Sierra Negra Subfacies are limited to the *hermanni* Zone and are distinct from age-equivalent rocks of the other two subfacies. Frasnian strata from the Renanué Subfacies are contrasting with contemporaneous strata in the Compte Subfacies.

The "Renanué Limestone" starts in the *kockelianus* Zone (upper Eifelian) and reaches, at least, the MN2 Zone (Lower Frasnian).

The Comabella Fm. in the studied sections begins diachronously in the Eifelian. In the section Vi-I it starts in the *costatus* Zone, while in the LGA section commences in the *kockelianus* Zone.

86 conodont taxa on specific and subspecific rank belonging to nine genera are described and discussed: *Ancyrodella* (10), *Icriodus* (13), *Klapperina* (4), *Mesotaxis* (1), "*Ozarkodina*" (5), *Polygnathus* (41), *Schmidtognathus* (5), *Skeletognathus* (1) and *Tortodus* (6).

Two new species closely related to the early ancyrodellids are described: *Ancyrodella chiyangi* and *Ancyrodella javieri*.

Six additional taxa are described in open nomenclature: *Ancyrodella* sp. A, *Icriodus* sp. A, "*Ozarkodina*" sp. A, *Polygnathus* sp. A, *Polygnathus* sp. B, and *Polygnathus* sp. C. Likewise, several morphotypes of biostratigraphical value are described for the following taxa: *P. angustipennatus* and *Sk. norrisi* (three morphotypes each) and *P. ansatus* and *P. l. mucronatus* (two morphotypes each).

The three morphotypes of *Skeletognathus norrisi* identified in the Spanish Central Pyrenees and their sequential occurrences match the records in the Montagne Noire and, therefore, increase the detail of sound correlation for this narrow time-span around the Givetian/Frasnian boundary between these two regions.

Three *Polygnathus* taxa are recorded for the first time in Europe: *P. furtivus*, *P. ljaschenkoi* and *Polygnathus* sp. C.

The main Pyrenean sequences of Givetian *Polygnathus* and Frasnian *Ancyrodella* are similar to most of the North-American, European, Asian and North-African sequences allowing a detailed correlation between these regions and the Spanish Central Pyrenees.

The numerous records of *Tortodus* in the Spanish Central Pyrenees augment the knowledge on paleobiodiversity and stratigraphic distribution of this group that will warrant its application in future biostratigraphic and palaeobiogeographic studies.

The Pyrenean records allow the range extension of the following 13 taxa: downward extension of *Icriodus difficilis*, *I. symmetricus*, *Polygnathus dubius*, *P. furtivus* and *Schmidtognathus peracutus*; upward extension of *P. eiflii*, *P. hemiansatus*, *P. limitaris*, *P. linguiformis weddigei*, *P. pseudoeiflii*, *P. tafiensis*, *Tortodus k. kockelianus* and *T. weddigei*.

The detailed biostratigraphical analysis of seven selected Pyrenean sections enables the best hitherto biostratigraphical characterisation by means of conodonts of Eifelian to Middle Frasnian strata of three subfacies of the Southern Facies Area (Sierra Negra, Renanué and Compte).

17 standard conodont zones from the lower Eifelian (*costatus*) to the Middle Frasnian (MN6) are recognised. Most of them are identified by the index taxon: *kockelianus-ensensis* in the upper Eifelian, *hemiansatus* and *timorensis* in the Lower Givetian, *rhenanus/varcus*, *ansatus* and *semialternans/latifossatus* in the Middle Givetian, *hermanni* (Lower and Upper), *disparilis* (Lower and Upper) and *norrisi* in the Upper Givetian, MN1, MN2 and MN3 in the Lower Frasnian. The *costatus*, MN4 and MN6 Zones are recognised by the characterising conodont assemblage. The position of the MN5 Zone, which represents the Lower/Middle Frasnian boundary, is bracketed by its stratigraphic position between MN4 and MN6 Zones.

The results support the formally voted proposal of the International Subcommission on Devonian Stratigraphy on the subdivision of the Givetian Stage into three Substages, Lower, Middle and Upper by means of the entries of the globally distributed index conodonts.

The base of the Givetian coincides with the base of the *hemiansatus* Zone. This boundary is precisely located in two sections (Re and LGA). The Givetian is further subdivided into three parts (Lower, Middle and Upper). The base of the Middle Givetian is placed at the base of the *rhenanus/varcus* Zone. This boundary is exactly located in the sections Re and CP. The beginning of the Upper Givetian coincides with the base of the *hermanni* Zone, which is accurately identified in the section CP. The base of the Frasnian is defined by the lowest occurrence of the first ancyrodellids (*A. rotundiloba* “early” form, in the sense of Klapper 1985). This boundary is precisely located in the sections CP, LGA, LGA-I and VI-I. The Lower/Middle Frasnian boundary coincides with the base of the *punctata* or MN5 Zone. This boundary cannot be identified in the studied sections, but its position is narrowed to a short set of strata between MN4 and MN6 zones.

Herein a combined study of taxonomic distribution, on generic basis, and biofacies by means of conodont elements (Pa, I and coniforms) is achieved for the first time in the Spanish Central Pyrenees.

The main biofacies for the studied time interval and sections is the *Polygnathus* biofacies, but conodont diversity allows the recognition of other 13 main biofacies, some of them are unique or prevalent for some stratigraphical intervals and/or sections. The conodont evolutive radiation that took place in the Upper Givetian accounts for eight of these biofacies.

The 14 recognised biofacies are: 1) *Polygnathus* Biofacies (P), 2) *Icriodus* Biofacies (I), 3) *Polygnathus-Icriodus* Biofacies (P-I), 4) *Icriodus-Polygnathus* Biofacies (I-P), 5) *Polygnathus-Tortodus* Biofacies (P-T), 6) *Polygnathus-Coniforms* Biofacies (P-C), 7) “*Ozarkodina*” Biofacies (O), 8) *Schmidtognathus* Biofacies (Sch), 9) *Polygnathus-Schmidtognathus* Biofacies (P-Sch), 10) *Schmidtognathus* and *Polygnathus*

Biofacies (Sch+P), 11) *Polygnathus-Klapperina* Biofacies (P-K), 12) *Ancyrodella* Biofacies (A), 13) *Polygnathus-Ancyrodella* Biofacies (P-A), 14) *Polygnathus-Ancyrodella-Klapperina* Biofacies (P-A-K).

Within the *Polygnathus* Biofacies the marked change in the platform of Pa elements (narrow to wide) in the Upper Givetian stands out. This change is recorded by the entries of *P. limitaris* and *P. c. cristatus*. During part of the Upper Givetian both types of platforms are present; however, from the upper part of the Upper *disparilis* Zone upwards, narrow-platform Pa elements are not longer recorded in any of the studied sections.

The distribution of biofacies supports the afore mentioned subdivision of the Southern Facies Area into four Subfacies. For instance, during the Upper Givetian and Lower Frasnian the *Polygnathus* biofacies dominated in the Renanué Subfacies. In contrast, the *Schmidtognathus* Biofacies in the Upper Givetian and the *Ancyrodella* biofacies in the Lower Frasnian prevailed in the Sierra Negra and Compte Subfacies.

The analysis of calcareous facies allows recognition of four facies (A, B, D and E) and seven subfacies (C₁, C₂, C₃, F₁, F₂, G₁ and G₂); the dominant microfacies are wackestone and/or packstone.

The sedimentary basin evolution during the Middle and Upper Devonian in the studied area is chiefly characterised by a transgressive trend during the Eifelian that changes to a regressive trend during the Lower and Middle Givetian. In the western part (Renanué Subfacies) records of shallower environments within the outer platform are identified, while eastwards (Compte Subfacies) the deep environments prevailed. The transgressive trend came back in the Upper Givetian and continued up to the Middle Frasnian.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

2. Situación geográfica y geológica del área de estudio en el Pirineo Español.

El área de estudio se sitúa dentro del Pirineo Occidental y Central y comprende, de este a oeste los valles de Benasque, Ésera, Isábena, Noguera Ribargozana y Pallaresa y Aguilar. (Fig. 2.1). Los afloramientos de Sahún, Renanué y Compte se encuentran próximos a la carretera N-260, mientras que a los otros afloramientos (Basibé, Ampriú y La Guàrdia d'Ares) se accede por carreteras secundarias de montaña. Las posiciones más exactas de cada uno de ellos y sus descripciones detalladas se indican en los apartados correspondientes del capítulo 4. El intervalo temporal estudiado de estos afloramientos comprende desde el Eifeliense final (Devónico Medio) hasta el Frasnense Medio (Devónico Superior). En la Fig. 2.1 se indica la posición de los afloramientos estudiados, así como, las poblaciones

próximas, las carreteras y los cauces fluviales principales.

Desde el punto de vista tectónico, según Barnolas y Pujalte (2004), los Pirineos constituyen una cadena montañosa de doble vergencia, siendo la principal responsable de esta estructura la Falla Norpirenaica. Esta estructura doble se extiende tanto hacia el norte como hacia el sur, a través de mantos o frentes de cabalgamientos, entre ellos, los frentes de cabalgamientos del norte (CFN) y del sur (CFS). Mattauer (1968), subdividió los Pirineos (de N al S) en 3 zonas principales: la Zona Norpirenaica, la Zona Axial y la Zona Surpirenaica. En la Fig. 2.2, se muestran las principales zonas estructurales y sus límites y la posición del área de estudio (recuadro amarillo).

Geológicamente, el área estudiada pertenece en su mayor parte al sector meridional de la Zona Axial y al sector más septentrional de la Zona Surpirenaica. La

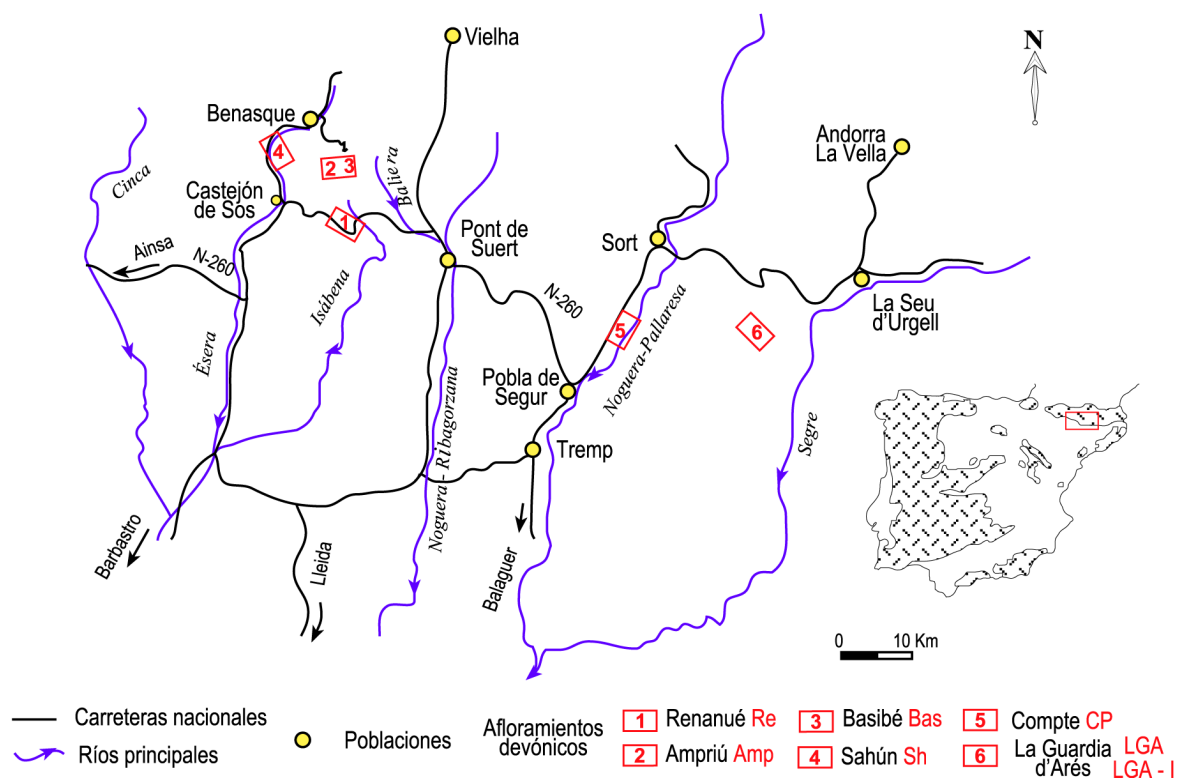


Fig. 2.1 Situación geográfica del área de estudio en el Pirineo Central Español con la localización de las sucesiones estudiadas y su leyenda correspondiente.

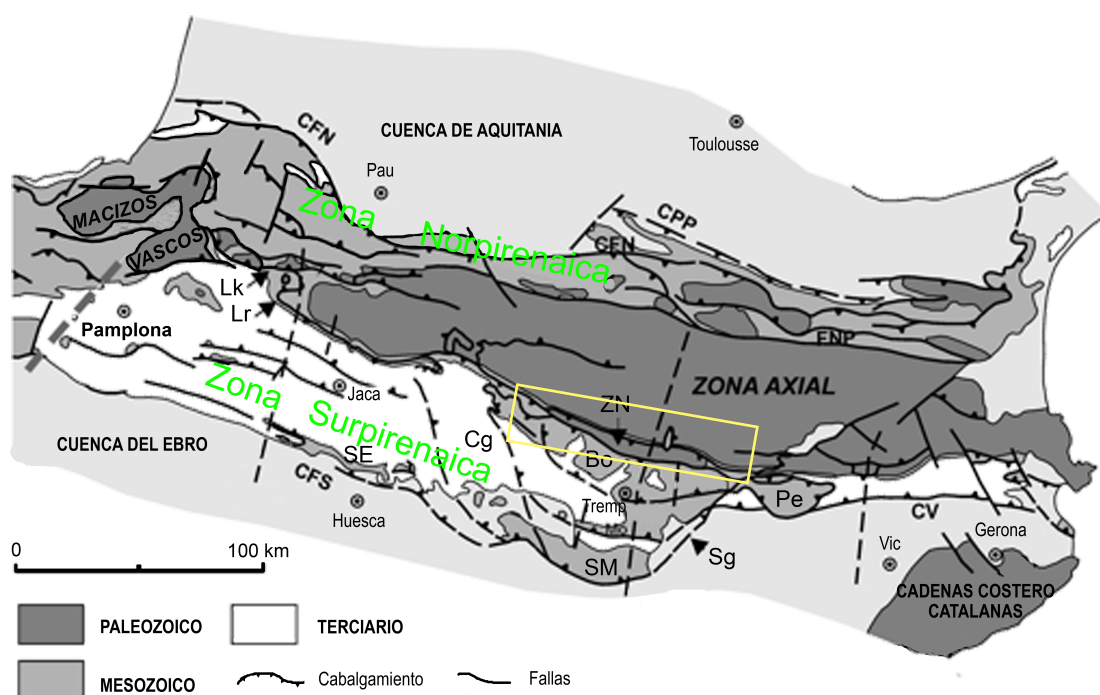


Fig. 2.2 Esquema estructural del Pirineo Español con indicación del área de estudio (en amarillo). Zonas estructurales: Norpirenaica, Axial y Surpirenaica. Principales estructuras: *Cabalgamientos*: CFS (Frontal Surpirenaico), CFN (Frontal Norpirenaico), CPP (Petites Pyrénées), Lk (Lakora), Lr (Larra), Bo (Bóixols), CV (Vallfogona); *Zona de rampa oblicua*: Cg (Cinca), Sg (Segre), ZN (Nogueras); *Sierras*: SE (Exteriores), SM (Marginales); *Manto*: Pe (Pedraforca). Modificado de Barnolas y Pujalte (2004).

secuencia estratigráfica general del área estudiada está formada por sedimentos marinos de edades comprendidas entre el Cámbrico y el Carbonífero Inferior. Suprayacentes y discordantes, se depositan materiales fluviales del Carbonífero Superior hasta el Triásico Inferior.

El límite septentrional se halla en contacto al N con los macizos granodioríticos de la Maladeta y Andorra-Monte Luis y el límite meridional, se localiza en la “Zona de Nogueras” y está constituido por sedimentos marinos del Mesozoico.

Mey (1967a) en base a la caracterización litoestratigráfica de los sedimentos del Devónico y del Carbonífero Inferior, establece cuatro grandes “Áreas de Facies”, que a su vez se subdividen en unas de menor escala, conocidas como “Subfacies”. Estas áreas de facies principales son: el área

del Norte, el área del Oeste, el área Central (subfacies del Valle de Arán y Plá de Estangs) y el área del Sur (subfacies de Sierra Negra, Baliera, Renanué y Compte). Ver Fig. 2.3.

Los afloramientos estudiados se engloban dentro del “Área de Facies del Sur” de la zona axial del Pirineo Central Español (PCE). Las sucesiones presentadas en esta memoria, han sido atribuidas a tres subfacies. Las sucesiones de Basibé y Ampriú, corresponden a las Subfacies de Sierra Negra. Las sucesiones de Sahún y Renanué se caracterizan por las Subfacies de Renanué. Finalmente, las sucesiones de Compte y la Guardia d’Àres pertenecen a las Subfacies de Compte. La caracterización de las tres subfacies reconocidas en esta área, así como la asignación temporal de las sucesiones estudiadas se comentarán con más detalle en el apartado 4.

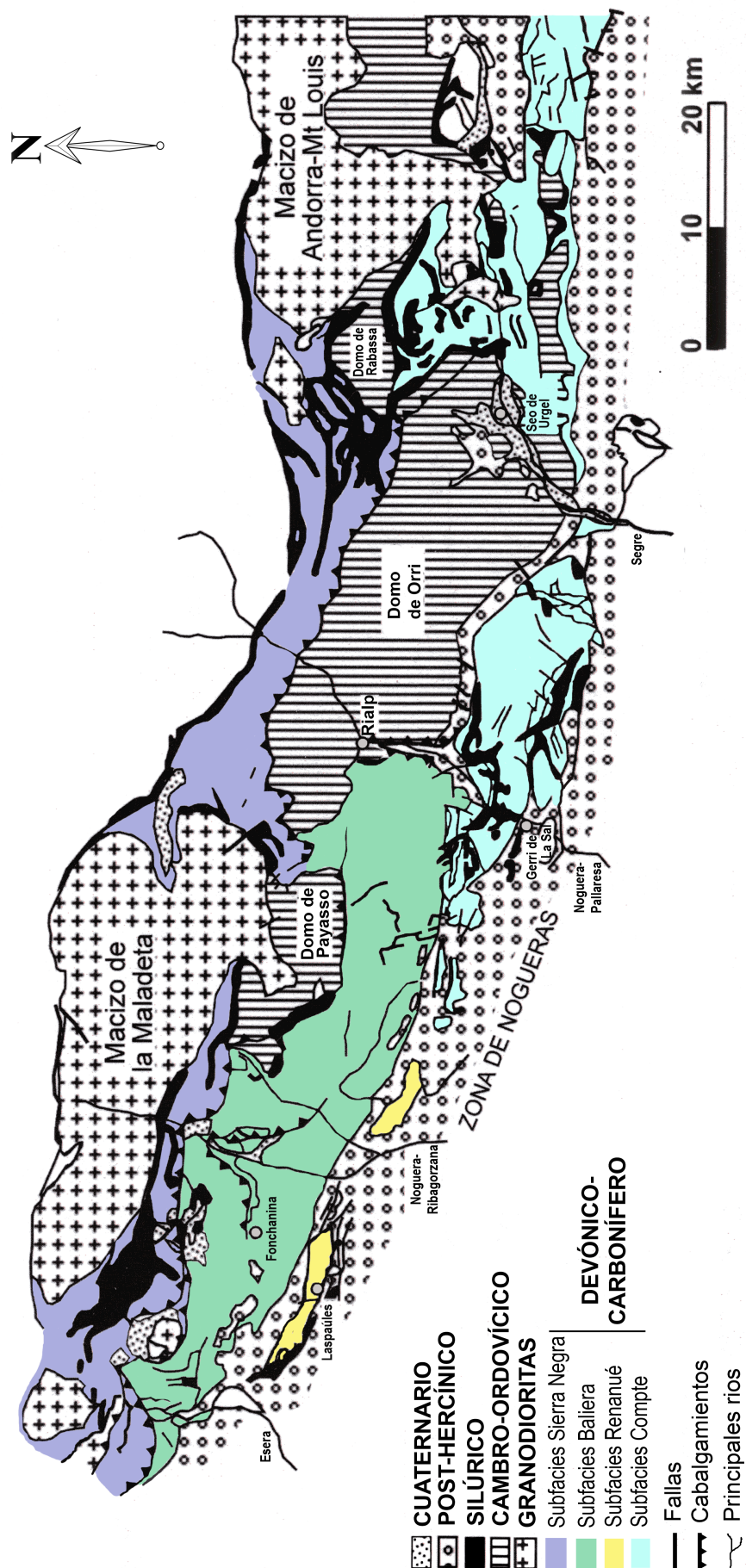


Fig. 2.3 Contexto geológico del área de estudio con la distribución de las Subfacies del área Sur del Pirineo Central Español (Mey, 1967a). Las cuatro subfacies se indican en colores diferentes. Modificado de Valenzuela-Ríos (1994a).

ANTECEDENTES

3. Antecedentes.

La Cordillera Pirenaica es una de las cadenas montañosas más complejas dentro de la Península Ibérica. Los diferentes aspectos: estructurales, sedimentológicos, paleogeográficos, paleontológicos, etc, atrajeron a muchos geólogos nacionales y extranjeros que se interesaron en conocer esta complicada área. En este capítulo no se va a abordar exhaustivamente la amplitud de trabajos realizados en los Pirineos desde el s. XIX, ya que sería muy denso y poco práctico desde el punto de vista de resaltar las contribuciones más relevantes en el contexto de la memoria. Es por ello que nos centraremos en mencionar los trabajos más relevantes dentro de la temática de la Tesis Doctoral (Conodontos, Devónico Medio). Además, se citan algunos trabajos clásicos e importantes para el desarrollo histórico de los conocimientos geológicos del Pirineo.

Posiblemente, los primeros estudios sobre el Devónico de los Pirineos desde un punto de vista bioestratigráfico fueron los realizados por Mallada (1878), seguido por los trabajos de Dalloni (1910, 1930), H. Schmidt (1931), Ziegler (1959) y Wensink (1962). Todos ellos, eran trabajos muy generales que se ocupaban de extensas áreas. El primer estudio paleontológico detallado en el Pirineo Navarro fue el de Wirth (1967). En este trabajo, data las rocas (Devónico Medio al Carbonífero) mediante los conodontos. Otros cuatro trabajos bioestratigráficos muy importantes y orientativos para los actuales equipos de investigación de este área son los realizados por Boersma (1973a, b) y Buchroithner (1976, 1978).

En la década de los 60 y 70, investigadores de la Universidad de Leiden iniciaron un estudio multidisciplinar. Analizaron los diferentes aspectos litoestratigráficos, bioestratigráficos, estructurales y sedimentológicos del Paleozoico de la Zona Axial del Pirineo

Español y realizaron una cartografía detallada (2 hojas 1:200.000; 10 hojas 1:50.000 y varias de más detalle a escala 1:25.000). El primer trabajo fue el de Mey (1967a) en el cual se subdividen las rocas del Devónico y Carbonífero Inferior mediante criterios litoestratigráficos en 4 Áreas de Facies (Norte, Oeste, Central y Sur). Ésta última se subdivide, a su vez, en 4 áreas de subfacies: Sierra Negra, Baliera, Renanué y Compte. Más tarde, surgieron otros trabajos como los de Habermehl (1970), Hartevelt (1970), Boersma (1973b) y Zwart (1979) que amplían detalles sobre estas subfacies.

En la década de los 80 y 90, varios investigadores de universidades españolas (Zaragoza y Barcelona), francesa (Lille) y alemana (Braunschweig) ampliaron los conocimientos del Devónico del Pirineo Central Español (PCE) en varios aspectos: estratigráficos, sedimentológicos y bioestratigráficos.

Sanz-López (1986) estudia la estratigrafía, sedimentología y bioestratigrafía del Devónico al Carbonífero Inferior en el área de Tossa d'Alp (Pirineo Oriental).

Varios trabajos de Valenzuela-Ríos (1989, 1990, 1994a y 1994b) tratan sobre los estudios bioestratigráficos en conodontos del Devónico Inferior (Lochkoviense al Emsiense) del PCE.

Sanz-López (1995) presenta los resultados más importantes sobre los aspectos estratigráficos y bioestratigráfico (basado en conodontos) generales desde el Silúrico superior al Carbonífero inferior del Pirineo Oriental y Central. Este trabajo estudia varias sucesiones pirenaicas y está organizado en función de las grandes unidades o áreas estratigráficas, donde caracteriza los aspectos más relevantes de cada unidad litoestratigráfica.

Sendos trabajos sobre el Devónico Medio del Valle de Tena (Pirineo Aragonés), Valenzuela-Ríos & Carls (1994)

y Valenzuela-Ríos & Blicek (1996) tratan sobre estudios bioestratigráficos (conodontos, braquiópodos, crinoideos y restos de escamas y dientes de peces).

Galera Fernández (1996) resume los datos de su tesis doctoral y los datos paleontológicos de Boersma (1973a) en el volumen I del Libro "Synthèse Géologique et Géophysique des Pyrénées".

En los comienzos del siglo XXI existen varios trabajos relevantes para nuestro estudio, el primero se trata de Liao (2000) sobre la bioestratigrafía con conodontos del Givetense (Devónico Medio) y Frasnense Inferior (Devónico superior) de Renanué, Pirineo Aragonés. En este trabajo se describen y discuten 4 géneros y 28 especies; además, se reconocen ya 6 biozonas dentro de la biozonación estándar de conodontos del Givetense. La parte de la sistemática taxonómica se publica posteriormente en Liao *et al.* (2001).

Posteriormente, en el Libro "Paleozoic Conodonts from Northern Spain", (Ed. García-López y Bastida) Sanz-López & Gil-Peña (2002), Sanz-López *et al.* (2002), Sanz-López *et al.* (2002)*, Sanz-López (2002a, b), y Valenzuela-Ríos (2002) aportaron y actualizaron numerosos datos sobre aspectos tectónicos, geológicos, sedimentológicos y bioestratigráficos de varias sucesiones de diferentes edades desde el Silúrico (Llessui) hasta el Carbonífero Inferior (Comes de Das), y prestaron especial atención al Devónico Inferior (Segre, Tossa d'Alp y Coma d'Oriola del Pirineo Central).

Valenzuela-Ríos & Sanz-López (2002) contribuyeron en el capítulo 6 (Devonian) del Libro "The Geology of Spain" (Ed. Gibbons y Moreno) sobre los aspectos lito-estratigráficos y bioestratigráficos de las rocas devónicas en el Pirineo. En este trabajo caracterizaron los principales aspectos estratigráficos de cada una de las unidades y áreas estratigráficas, y sintetizaron esta información mediante un

esquema actualizado de correlación de estas grandes áreas con las unidades cronoestratigráficas del Devónico. Estas grandes unidades comprenden: Benasque (Sierra Negra, Baliera y Segre), Las Nogueras, Cadí, Gavarnie (Val d'Arán y O. de Aragón) y Pirineo Vasco. En el mismo capítulo 6 (Devonian) Carls *et al.* (2002) detallan las particularidades de los Pirineos Vascos.

Sanz-López (2004) en el apartado sobre el Siluro-Devónico-Carbonífero Inferior del Pirineo en el Libro "Geología de España" (Ed. Vera), caracteriza las unidades lito-estratigráficas de los diferentes "dominios" (concepto equivalente a áreas o unidades estratigráficas) y establece un esquema de correlación de los grandes dominios pirenaicos y los relaciona con las unidades cronoestratigráficas. Estos dominios comprenden: Cinco Villas, Aldudes-Mendibeltza, Sallent, Central, Septentrional, Sierra Negra y Comte.

A partir del 2000, se forma el equipo de Jóvenes Investigadores del Devónico dirigido por el Prof. Valenzuela-Ríos de la Universidad de Valencia. Los miembros de este equipo estudiaron secciones del Devónico de las distintas subfacies del PCE y generaron numerosos trabajos sobre lito, bio y cronoestratigrafía en base a los conodontos. Así Liao (2000) estudia una sección perteneciente a las Subfacies de Renanué, de edad Devónico Medio-Superior; Martínez-Pérez (2003) estudia una sección del Devónico Inferior que corresponde a las Subfacies Baliera y Castelló-Corraliza (2004) estudia materiales del Devónico Superior-Carbonífero basal que corresponden a las Subfacies Compte.

Unos pocos años después, Valenzuela-Ríos & Liao (2006) publican un total de 13 artículos englobados dentro del Proyecto Internacional (impulsado por el Dr. K. Weddige) "The Devonian Correlation Table (DCT)". Estos trabajos comprenden

aspectos generales de las distintas unidades estratigráficas, su desarrollo en las distintas subfacies y su ordenamiento crono-estratigráfico con respecto a las series del Devónico (Inferior, Medio y Superior) del PCE.

Otra contribución relevante es la de Liao & Valenzuela Ríos (2008). Estos autores publican un estudio detallado sobre la bioestratigrafía de conodontos de la sucesión de Compte (Devónico Medio y Superior). Identifican 6 géneros y 52 especies donde discuten sólo los 15 taxones más relevantes; también, añaden un apartado de discusión bioestratigráfica según la nueva propuesta de la SDS referente a la subdivisión de los tres subpisos del Givetense.

La investigación paleontológica en el Pirineo no se centró sólo en el grupo de conodontos sino que también en los restos de escamas y dientes de peces. En este apartado destacan 3 trabajos: Valenzuela-Ríos *et al.* (2005) sobre datos de conodontos y restos de peces del Devónico Inferior de Compte-I del Valle de Noguera Pallaresa; Liao *et al.* (2007) y Ginter *et al.* (2008) sobre datos de microrrestos de conodontos en el Givetense del Pirineo Aragonés. Además, también se publicó otro trabajo (Liao *et al.*, 2008) dedicado al análisis de microficies y su interpretación paleoambiental preliminar en el Devónico Medio y Superior de una sección perteneciente a la Subfacies de Renanué.

En la Tesis Doctoral de Martínez-Pérez (2010, marzo) se detalla la bioestratigrafía con conodontos del Emsiense (Devónico Inferior) de las Subfacies Sur del Pirineo (Baliera, Compte y Sierra Negra). En ella se describen y discuten 3 géneros y 30 especies; además, se realiza una discusión de la problemática del Piso Emsiense y se intenta demostrar las hipótesis filogenéticas del género *Polygnathus*, para sus taxones más primitivos.

En la Tesis Doctoral de Gouwy (2010, mayo) se presenta una memoria que proporciona una visión más extensa del Devónico Medio-Superior del margen Noroeste de Gondwana. Estudia varias secciones del Cerdeña y una en el PCE, la sucesión de Villech. Esta sección se sitúa en el intervalo comprendido entre el Eifeliense superior (Devónico Medio) y el Frasnense Basal (Devónico Superior). El estudio detallado fue recientemente publicado (Gouwy *et al.*, 2013). En este trabajo se identifican y discuten 7 géneros y 32 especies; además, se reconocen 10 biozonas dentro de la zonación estándar de conodontos y el límite superior del Piso Givetense.

En un Trabajo de fin de Máster, Calvo Sanchís (2012) realiza un estudio sistemático bioestratigráfico sobre los conodontos de la sección Segre 4 (Subfacies Compte) del Lochkoviense (Devónico Inferior) del Pirineo Central.

Tres aportaciones más a las investigaciones de alta resolución bioestratigráfica mediante conodontos en el Pirineo Español fueron: Valenzuela Ríos & Liao (2011), Liao & Valenzuela Ríos (2012, 2013). En la primera se presenta un estudio detallado del Lochkoviense (Devónico Inferior) combinando datos bioestratigráficos y de microficies de cinco secciones pirenaicas que advierten sobre los problemas de asumir correlaciones isócronas sin tener en cuenta los datos paleontológicos y refuerzan el valor de los trabajos paleontológicos en estudios globales. El segundo trabajo se centra en la sección de Ampriú que comprende rocas del Givetense y Frasnense Inferior y Medio de la Subfacies Sierra Negra en el Pirineo Aragonés. Estos autores describen y discuten 7 géneros y 20 especies; además, mediante la combinación de datos litológicos y las biofacies de los conodontos confirman la clara distinción entre las Subfacies Sierra Negra y Renanué. El tercer trabajo se ocupa del

intervalo entre el Eifeliense Superior y el Frasnense Inferior de las secciones de La Guàrdia d’Ares (Subfacies Compte) en el Pirineo Central. En él se identifican 7 géneros y 49 especies, aunque se describen y discuten sólo los 27 taxones más relevantes. Reconocen 11 biozonas dentro de la zonación estándar de conodontos, la subdivisión dentro del Piso Givetense y los límites inferior y superior del mismo.

LITOESTRATIGRAFÍA

4. Litoestratigrafía.

En el capítulo 2 ya se mencionó que la estratigrafía en el área de Facies Sur fue descrita por Mey (1967a, b; 1968). En el primer trabajo, Mey presentó las características generales de los materiales devónicos y carboníferos de los Pirineos, su distribución y evolución, distinguiendo cuatro áreas de facies (Nordpirenaica, Norte, Central y Sur; Fig. 4.1). A su vez la facies Sur, sobre la que se centra esta memoria, fue subdividida en cuatro áreas de subfacies (Sierra Negra, Baliera, Renanué y Compte, ver Fig. 4.1). Posteriormente, (Mey, 1967b, 1968) detalló la estratigrafía de las dos primeras (Sierra Negra y Baliera). Poco después, Hartevelt (1970) describió en detalle la estratigrafía de la subfacies Compte.

Boersma (1973) modificó ligeramente la subdivisión de Mey y agrupó las Subfacies Sierra Negra y Baliera en la Subfacies Sierra Negra s.l. Posteriormente Zwart (1979) sigue esta subdivisión e incluso agrupa la subfacies Renanué con la Baliera.

Sanz-López (2002) reconoció dos dominios, Sierra Negra y Comte. El primero incluiría a Sierra Negra y Baliera, al que también asigna los materiales de Renanué. Posteriormente, Sanz López (2004) cambió la denominación del dominio Sierra Negra en región Sierra Negra con los dominios de Sierra Negra y Baliera.

En esta memoria seguimos la propuesta de Valenzuela-Ríos & Liao (2006), donde retomaron de nuevo el término “Área de Subfacies” (Mey 1967a) manteniendo las

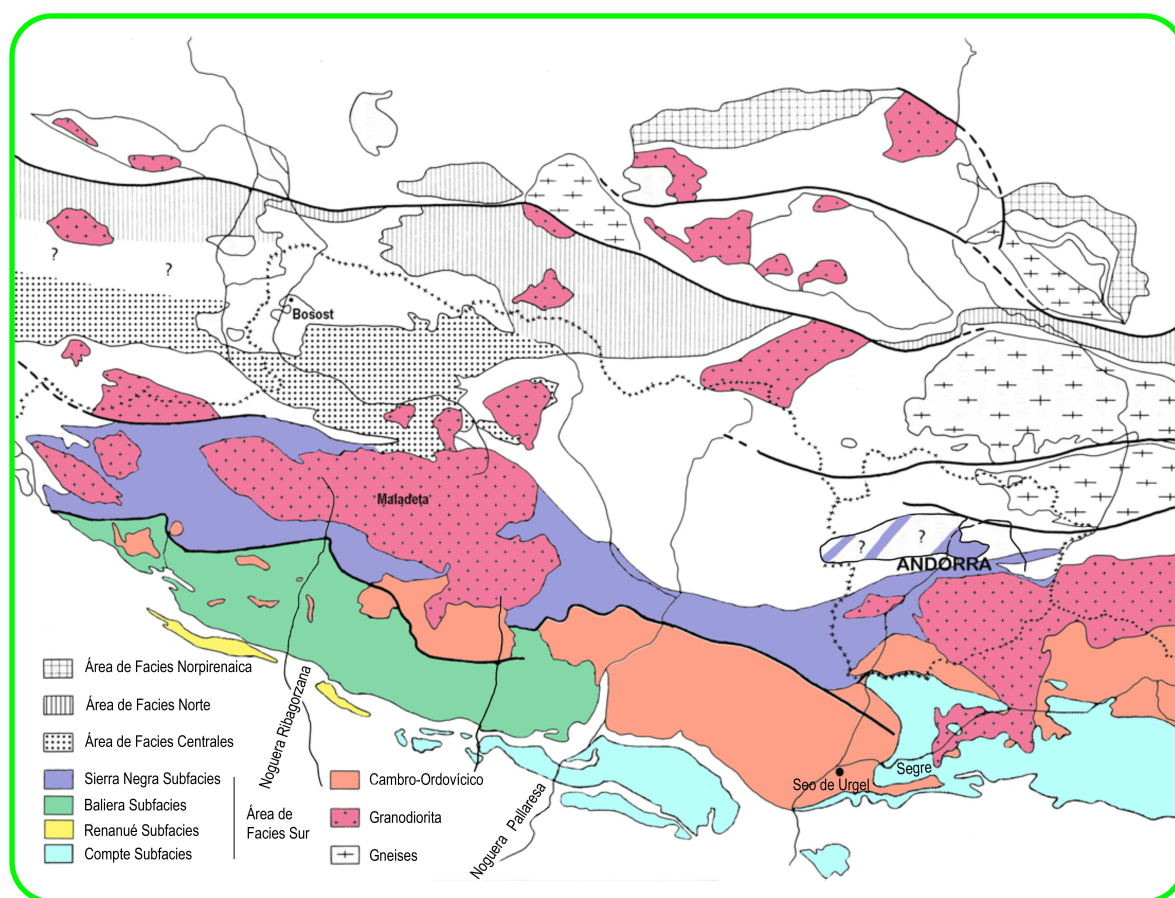


Fig. 4.1 Esquema general de las unidades litoestratigráficas del Pirineo Central Español propuestas por Mey (1967a). Las diferentes áreas coloreadas representan al Área de Facies Sur, en el que se incluye el área de estudio. Modificado de Zwart (1979).

cuatro áreas de subfacies: Sierra Negra, Baliera, Renanué y Compte. (Fig. 4.2).

4.1. Unidades litoestratigráficas reconocidas en el área de estudio.

En este apartado, se describen brevemente las características generales de las unidades litoestratigráficas de las que proceden los elementos conodontales estudiados.

Debido a la dificultad de hallar afloramientos continuos por causas de complejidad tectónica, topográfica y/o presencia de cobertera vegetal en el área estudiada, muchas veces nos vimos obligados a estudiar secciones parciales que se tienen que correlacionar posteriormente mediante criterios paleontológicos.

Por tanto, en este trabajo se estudian 6 sucesiones generales (que se reparten en 14 secciones parciales). Estas secuencias estudiadas corresponden a 3 de las áreas de subfacies mencionadas anteriormente: Sierra Negra (4 secciones), Renanué (2 secciones) y Compte (8 secciones).

4.1.1 Subfacies Sierra Negra (Fig. 4.2).

La estratigrafía de esta subfacies se conoce muy bien para los materiales del Devónico Inferior. Sin embargo, hasta ahora no se conocía en detalle la sucesión del Devónico Medio y Superior. En este sentido, Ríos (1977) propuso el término de "*Calizas de Renclusa*". Se trata de una unidad estratigráfica informal cuya duración comprendería desde el Givetense Superior al Carbonífero Inferior, con algunas lagunas estratigráficas en el Frasnense Inferior y parte del Fameniense como se resume en el trabajo de Sanz-López (2002, 2004) para el subdominio de Sierra Negra.

Los estudios detallados de cuatro secciones Basibé, Ampriú, Ampriú-I y Ampriú-II, cercanas al área de Cerler proporcionaron los siguientes resultados:

litológicamente, estas secciones se caracterizan por ser calizas grises oscuras (puras) a claras (impuras), que se disponen en lentejones o niveles de poco espesor (20 a 40 cm); además, presentan estructuras onduladas, nodulares o lenticulares y a veces, se observan niveles de acumulación de microrrestos. Debido a la complejidad tectónica del área, estas secciones son muy discontinuas con potencias que varían entre menos de 1 metro a 4 metros. En cuanto al contenido fosilífero, abundan restos de conodontos, ostrácodos, crinoideos, braquiópodos, dacrioconáridos, trilobites y corales solitarios. La edad obtenida de la sección de Ampriú corresponde al intervalo entre el Givetense Superior y Frasnense Medio (Liao & Valenzuela-Ríos, 2012) y la edad de la sección de Basibé es Frasnense basal (ver subcapítulo 4.2), mientras que las otras dos secciones Ampriú I y II, al no proporcionar conodontos ni ningún otro fósil que permita su datación, quedan sin datar.

Debido a la poca caracterización de las calizas de Renclusa por los autores mencionados anteriormente y la falta de un detallado estudio estratigráfico y cartográfico de esta área, preferimos seguir la propuesta de Valenzuela-Ríos & Liao (2006), utilizando sólo el concepto de Subfacies Sierra Negra.

4.1.2 Subfacies Renanué (Fig. 4.2)

Esta subfacies fue definida originalmente por Mey (1967); comprendía una sucesión continua de materiales sedimentarios con una edad comprendida entre el Devónico Inferior y el Carbonífero Inferior (fig. 2). Poco después Boersma (1973) reinterpretó la edad originalmente asignada por Mey, especialmente para la parte superior y pudo datar el Eifeliense, el Frasnense inferior, la parte alta del Carbonífero Inferior y la baja del Carbonífero Superior en las secciones de Renanué y Sahun (Boersma 1973: fig. 25, tbs. 14, 15).

Posteriormente Zwart (1979) asignó los materiales anteriormente incluidos en la subfacies Renanué a la subfacies Baliera. Sanz-López (2002, 2004) mantiene la interpretación de Zwart, e incluye los términos dominio y región (ver más arriba).

En varios trabajos recientes, se estudian en detalle las características litológicas y la composición faunística de varias secciones de las subfacies Sierra

Negra y Renanué (Liao *et al.*, 2008; Liao & Valenzuela-Ríos, 2012) que apoyan la división inicial de Mey (1967a), posteriormente adoptada por Valenzuela-Ríos & Liao (2006). En este trabajo mantenemos, por lo tanto, la subdivisión original de Mey (1967a).

En el Devónico Medio y Superior, esta subfacies se caracteriza por la sucesión de 3 unidades litoestratigráficas principales que de base a techo son: “Pizarras de

| Unidades/ Crono- estratigrafía | | Subfacies Sierra Negra | Subfacies Baliera | Subfacies Renanué | Subfacies Compte |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Devónico Superior | Fameniense | | | | Fm. Barousse |
| | | | | | Fm. La Mena |
| | Frasniense | | | ? | |
| Devónico Medio | Givetense | ? | | “Pizarras de Sahún” | |
| | | Calizas de Renclusa | | ? | |
| | Eifeliense | | | “Calizas de Renanué” | Fm. Comabella |
| | | | ? | “Pizarras de Renanué” | |
| | | Fm. Civis | Fm. Vilaller | | Capas de Taús |
| | | | | | Fm. Villech |

Fig. 4.2 Esquema de correlación de las unidades litoestratigráficas para el Devónico Medio y Superior de las áreas de Facies Sur del Pirineo Central Español (modificado de Valenzuela-Ríos & Liao, 2006). En verde se indica el intervalo litoestratigráfico estudiado.

Renanué", "*Calizas de Renanué*" y "*Pizarras de Sahún*". Estas tres unidades, que se describen y mencionan en los trabajos de Boersma (1973), Buchroithner (1978), Sanz-López (1995, 2002), Liao (2000), Liao *et al.* (2001) y Valenzuela-Ríos & Liao (2006), se consideran aquí como unidades estratigráficas informales.

4.1.2.1 *Pizarras de Renanué (=Renanué-Schiefer)*: Este término fue mencionado por primera vez por Boersma (1973: fig. 25), para aludir a las pizarras negras por debajo de las Calizas de Renanué y le asignó una edad de Emsiense superior al Eifeliense. Posteriormente, Buchroithner (1978: 250, 256) caracterizó brevemente esta unidad (pizarras calcáreas grises sericíticas) y en su tabla de correlación cronoestratigráfica (p. 259, fig. 2) extendió la edad inferior de estos materiales hasta la parte baja del Praguense.

4.1.2.2 *Calizas de Renanué (=Renanué-Kalk)*: Boersma (1973: 315, 327) acuñó el nombre "*Renanué Ist.*" (*sic*) para los materiales fundamentalmente carbonatados aflorantes en dos secciones en la subfacies Renanué (secciones 8A y 8B de Boersma), cuya edad comprende desde el Eifeliense hasta el Frasnense Inferior, pero donde no se demuestra la edad Givetense. Esta unidad, según Boersma (1973: 315) se compondría de dos secuencias, la inferior, formada por 2 m de caliza nodular margosa y la superior, compuesta por 40 m de calizas oscuras a gris, bituminosa e intercalada con calizas nodulares y a veces con pizarras oscuras con micas, marcasita y nódulos de areniscas.

Buchroithner (1978: 256, 257) describió una nueva sucesión carbonatada (Sahún) que contribuye a caracterizar mejor la unidad "*Renanué Limestone*", y confirma la presencia de materiales de edad Givetense (Zona *varcus*) en esta sección. En su interpretación cronoestratigráfica (p. 259, fig. 2) modificó la edad de esta unidad, limitándola al Eifeliense y

Givetense. Esta unidad consiste en unos 20 m de caliza micrítica con abundancia de restos de crinoideos y dacrioconáridos.

Sanz-López (1995: 222, fig. 64) mencionó unas secciones parciales del Devónico Superior en Renanué como las *Calizas de Renanué*, sin una definición formal de esta unidad litoestratigráfica y caracterizada sólo por su equivalencia cronoestratigráfica. De las muestras reestudiadas por este autor, sólo pudo identificar conodontos del Eifeliense Superior y parte basal del Givetense. En los trabajos de Liao *et al.* (2001: 14) y Valenzuela-Ríos & Liao (2006: 106) se considera a las *Calizas de Renanué* como unidad informal. En ambos trabajos, se proporciona una edad más precisa de los materiales de la sucesión de Renanué, que correspondería al intervalo comprendido entre el Eifeliense Superior y el Frasnense Inferior y se reconocen muchas de las zonas y subzonas de conodontos en las que se subdivide el Givetense.

En este trabajo se amplía la caracterización detallada de los aspectos litoestratigráficos de las *Pizarras de Renanué* y *Calizas de Renanué*, como dato complementario a la publicación de Valenzuela-Ríos & Liao (2006). Definimos ambas unidades como una secuencia formada por un tramo basal de menos de 2 m de pizarras grises, muy detríticas; por encima le siguen unos 35 a 40 m de calizas oscuras, con estratificación ondulada en los tramos inferiores, que gradualmente pasan a ser calizas grises, más tabulares, que se alternan con algunos niveles calizos arenosos en los tramos medios-altos. Las características de estas unidades estratigráficas informales se observan en las secciones estudiadas de Renanué y Sahún.

4.1.2.3 *Pizarras de Sahún (=Sahún-Shales)*: Este término fue mencionado por Boersma (1973) y Buchroithner (1978). Ambos describen que se trata de una secuencia de unos 33 m de pizarras grises

oscuras arenosas y calcáreas, que están intercaladas por calizas arenosas y margosas. Sin embargo, la interpretación cronoestratigráfica de ambos autores difiere sustancialmente; así, Boersma (1973: 327, fig. 25) limita esta unidad a un intervalo comprendido entre el Frasnense Medio y el Fameniense Inferior; mientras que Buchroithner (1978: 259, fig. 2) la restringe a un intervalo estrecho entre el Givetense final y el Frasnense Medio.

Aunque en las secciones estudiadas aquí del Devónico Medio y Superior no se reconoció esta unidad litológica, Sanz-López (1995: 225) atribuye a los “Esquistos de Sahún”, unos niveles de calizas arenosas oscuras intercaladas, de espesores centimétricos a decimétricos y con superficies internas lutíticas como en el área de Sahún-Vilanova; La muestra la HU9 tomada por este autor en la parte basal de estos niveles calizos, contiene una asociación de conodontos que corresponde a la biozona de *rhenana* Superior (Frasnense Superior). Además, Dalloni (1910) identificó unas especies de braquiópodos localizados en la parte superior de estas calizas y cuya edad indicaría el Frasnense.

4.1.3 Subfacies Compte (Fig. 4.2)

El Devónico Medio y Superior de esta subfacies en el área estudiada comprende 4 unidades estratigráficas que de base a techo, son las formaciones de Villech, Comabella, Mena y Barousse. El intervalo estudiado aquí sólo abarca la parte alta de la Fm. Villech y gran parte de la Fm. Comabella.

4.1.3.1 Fm. Villech: esta unidad fue definida por Hartevelt (1970) en las cercanías del Tossal de Villech, al sur del Río Segre. La unidad está limitada inferiormente por la Fm. Basibé (o su equivalente hacia el este, la Fm. Castanesa) y superiormente por la Fm. Comabella. El desarrollo de esta unidad parece que se extiende, de oeste a este, desde el valle de Noguera Pallaresa hasta

el valle de Ter. Según Hartevelt (1970) esta unidad se caracteriza principalmente por una secuencia de pizarras rosáceas calcáreas con capas de espesores poco potentes de calizas amarillas. Lateralmente cambia de facies hacia el E, y el conjunto pasa a calizas rojas más calcáreas y que localmente, al estar próximo a un contacto granodiorítico, cambia el aspecto de estas calizas rojas a grises. El espesor de esta unidad varía de 80 a 125 m. Dalloni (1930) identificó especies de braquiópodos, ortocerátidos, ammonoideos y crinoideos que permiten datar esta unidad como Eifeliense. Boersma (1968a) mediante conodontos atribuyó estos materiales a un intervalo de edad más amplio comprendido desde el Emsiense hasta el Givetense. Montesinos & Sanz-López (1999) presentaron una importante fauna de ammonoideos en la parte superior de esta formación que correlacionaron con la Biozona *Serotinus* (Emsiense superior). Valenzuela-Ríos & Liao (2006) compilando los datos publicados hasta entonces concluyeron que el límite superior de la Fm. Villech alcanza hasta el Emsiense superior.

4.1.3.2 Fm. Comabella: esta formación fue definida por Sanz-López (1995) en la vertiente meridional de la Serra de Comabella, al SO de la localidad de Tossa d'Alp. Las secciones de referencia son la de Coma Floriu y Coma de Oriola. Se trata de calizas nodulares versicolores, dominando calizas gris claras y en su parte superior se intercalan calizas encriníticas acompañadas de otras faunas fósiles de corales, dacroconáridos, bivalvos, fragmentos de trilobites y ammonoideos. El espesor de la unidad varía de 50 a 340 m. Según Sanz-López (2002) y Valenzuela-Ríos & Liao (2006), la Fm. Comabella comprendería desde el Emsiense superior hasta las proximidades del tránsito Frasnense/Fameniense, siendo ambos límites diacrónicos.

Sanz-López en Montesinos & Sanz-López (1999) reconoció en la parte basal

de la Fm. Comabella, una unidad más lutítica definida como "*Capas de Taús*". Se trata de unos 40 m de lutitas grises azuladas a negras y margas verdosas, atribuidas a una edad de Emsiense superior tardío a Eifeliense.

Las sucesiones estudiadas aquí, Compte (compuesta por 5 secciones parciales) y La Guàrdia d'Ares (compuesta por 3 secciones parciales), corresponden a la Subfacies Compte.

El intervalo estudiado en la sucesión de Compte corresponde a la Fm. Comabella y la edad que se le atribuye comprende desde la Biozona *Timorensis* (Givetense Inferior) hasta la zona MN2 de Klapper (1988), Frasnense Inferior.

En la sucesión de La Guàrdia d'Ares, es posible reconocer la parte alta de la Fm. Villech y gran parte de la Fm. Comabella. La edad de esta sucesión se sitúa entre las biozonas *Kockelianus - Ensensis* (Eifeliense superior) y MN3 de Klapper (1989), Frasnense Inferior.

Por tanto, los nuevos datos procedentes de este trabajo permiten modificar el límite inferior de la Fm. Comabella hasta el Eifeliense superior (como ocurre en la parte inferior de la sucesión de La Guàrdia d'Ares). Además, Gouwy *et al.* (2013) en un estudio centrado en la sucesión de Villech corroboraron que el límite superior de la Fm. Villech puede alcanzar hasta el Eifeliense superior. Estos datos confirman la diacronía de los límites de estas formaciones en los Pirineos.

4.2. Subfacies Sierra Negra.

Debido a la complejidad tectónica de los afloramientos paleozoicos del Valle de Benasque y de la abundante cobertura vegetal, éstos aparecen discontinuos; a pesar de ello, la combinación de datos cartográficos, estratigráficos y bioestratigráficos de los diferentes afloramientos permiten la reconstrucción de partes de la columna estratigráfica y un

mejor entendimiento en la geología regional del área. En este sentido, se han podido reconocer en el área de estudio materiales pertenecientes a las tres series del Devónico (Inferior, Medio y Superior), que en ocasiones presentan relaciones tectónicas complejas.

En esta tesis se han estudiado 4 cortes de pequeña extensión y potencia: Basibé, Ampriú (Amp), Ampriú-I (Amp-I) y Ampriú-II (Amp-II). Los cortes Amp y Basibé corresponden a materiales del Givetense Superior (Devónico Medio) y Frasnense Inferior y Medio (Devónico Superior). Los otros (Amp-I y Amp-II) no han proporcionado datos cronoestratigráficos definitivos, pero por sus características litológicas podrían corresponder también a este intervalo. Los 3 cortes contiguos de Ampriú se localizan en el margen izquierdo (NE) de la carretera de acceso que va desde la localidad de Cerler a la Estación de Esquí, después de una gran curva y el corte de Basibé se localiza más allá de la Estación de esquí, paralelo a una pista por la que se accede al Collado de Basibé.

4.2.1. Sucesión de Basibé.

La sucesión de Basibé está situada entre los Picos de Cerler, Gallinero y Basibé y muy próximo al Collado de Basibé. La elevación topográfica es de 2288 mts. de altitud. La localización de esta sección puede verse en la Fig. 4.3.

En la campaña de 1987, el afloramiento fue descubierto por el Valenzuela Ríos. En su muestreo inicial, tomó 4 muestras que ya proporcionaron conodontos del Frasnense basal. Las siglas están indicadas en "negro".

En la campaña del 2004, una vez reconocida la importancia paleontológica y bioestratigráfica de las muestras, se volvieron a muestrear estas 4 capas. Las siglas de esta campaña se indican en "verde" (ver Fig. 4.16).

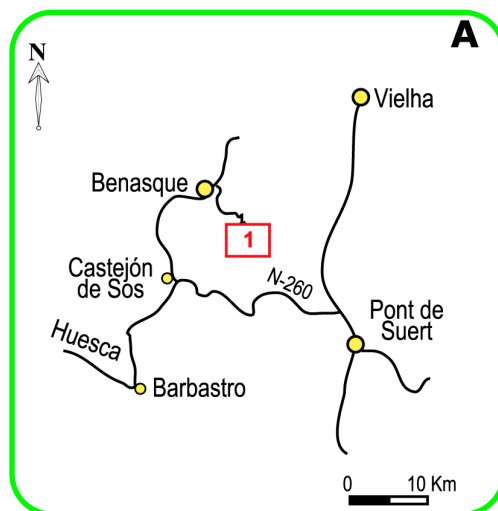


Fig. 4.3 A: Situación geográfica de la sucesión de Basibé (1).

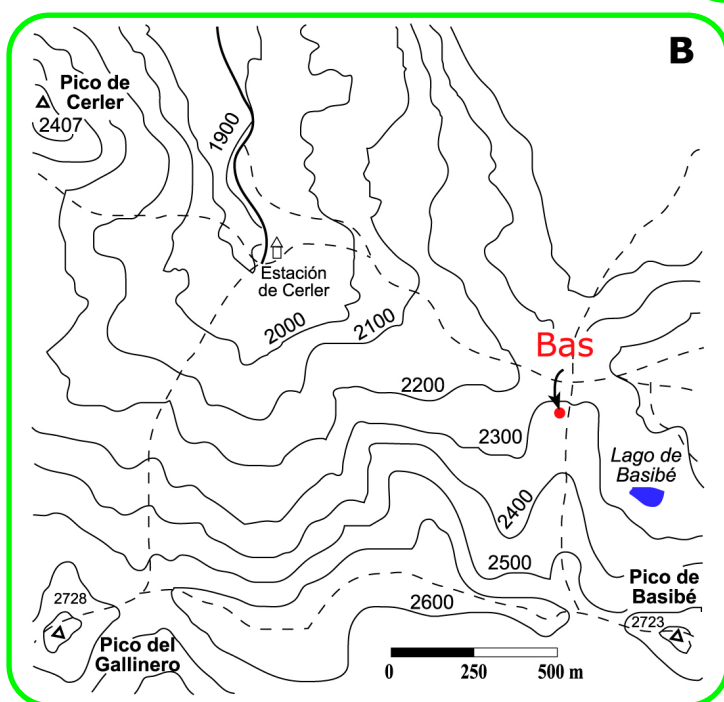


Fig. 4.3B: Detalle en el mapa topográfico del intervalo estudiado con la indicación de una flecha. Intervalo de las curvas de nivel, 100 m. Bas: sección Basibé.



Fig. 4.4 Detalle de campo del afloramiento de la sección de Basibé con indicación de sus tramos.

En general, se trata de un intervalo de unos 120 cm de caliza negra oscura, de aspecto tabular y parcialmente cubierto (Figs. 4.4 y 4.5). Se reconocen 4 tramos bien individualizados, cuyos espesores varían de 3 a 16 cm. Su descripción litológica se detalla a continuación (Fig. 4.5).

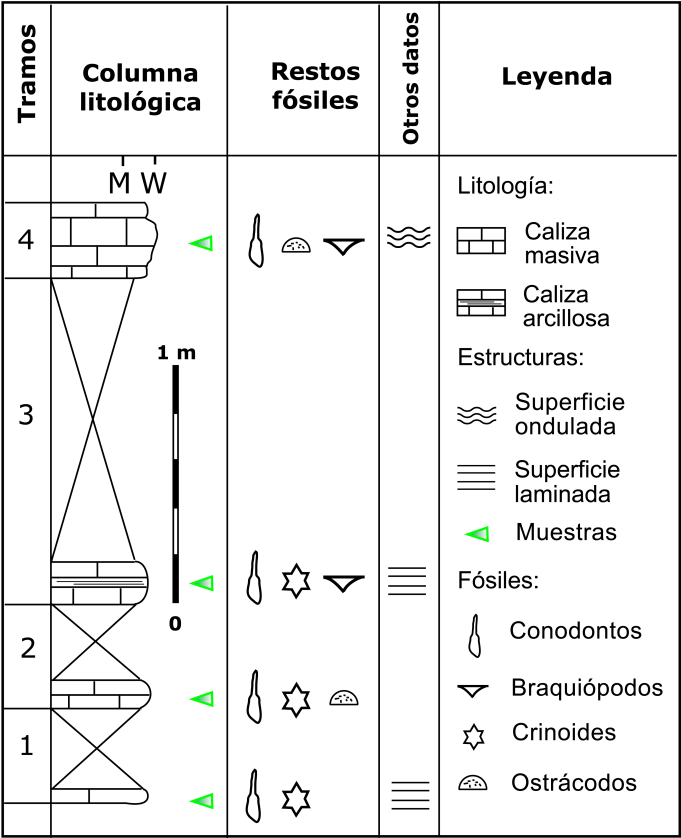


Fig. 4.5 Columna estratigráfica de la sección de Basibé con indicación de las muestras tomadas en sus tramos.

4.2.2. Sucesión Ampriú.

Los cortes consecutivos de Ampriú (Amp, Amp-I y Amp-II) se localizan en el margen izquierdo de la carretera de acceso que va desde la localidad de Cerler a la estación de esquí, después de una gran curva (ver Fig. 4.6).

Este corte fue muestreado por primera vez por el Valenzuela Ríos en 1987. En los residuos obtenidos se encontraron, restos de microfósiles (conodontos, ostrácodos y

Tramo 1: Banco de caliza negra y oscura, de grano muy fino, de 3 cm de espesor. Superficies laminadas. Las muestras tomadas son: Basibé 1 y **Basibé 1'04**. Se han identificado restos de crinoideos. Por encima sigue un tramo cubierto de 17 cm de espesor.

Tramo 2: Caliza negra, de grano muy fino, de 6 cm de espesor. Las muestras tomadas son: Basibé 2 y **Basibé 2'04**. Se han reconocido restos de ostrácodos y crinoideos. Por encima continua un tramo cubierto de 16 cm de espesor.

Tramo 3: Caliza negra, de grano muy fino, de 9 cm de espesor. Superficies laminadas. Hay niveles arcillosos. Basibé 3 y **Basibé 3'04** son muestras muy ricas en restos de crinoideos y braquiópodos.

Por encima sigue un tramo cubierto de 60 cm de espesor.

Tramo 4: Caliza negra, de grano muy fino, de 16 cm de espesor. Superficies onduladas. Basibé 4 y **Basibé 4'04** son muestras con abundantes restos de ostrácodos y braquiópodos.

Las muestras tomadas en los 4 tramos proporcionaron residuos ricos en conodontos.

crinoideos), y algunas larvas de trilobites. También, hay restos de actividad como bioturbación producida quizás por los trilobites.

En 2001 y dado que el estudio del material micropaleontológico era relevante para la realización de esta tesis, se llevaron a cabo nuevas mediciones del corte.

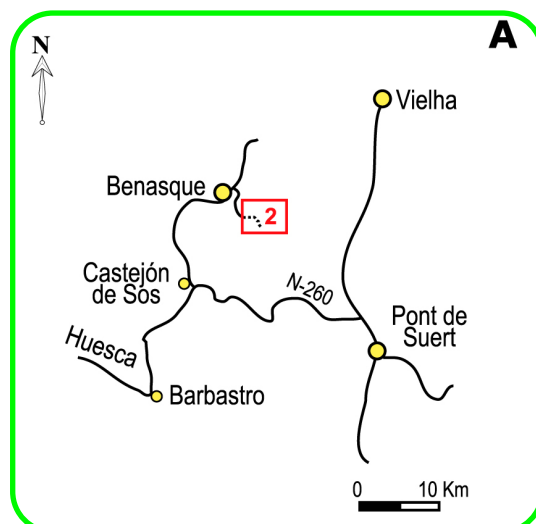


Fig. 4.6 A: Situación geográfica de las sucesiones de Ampriú (2).

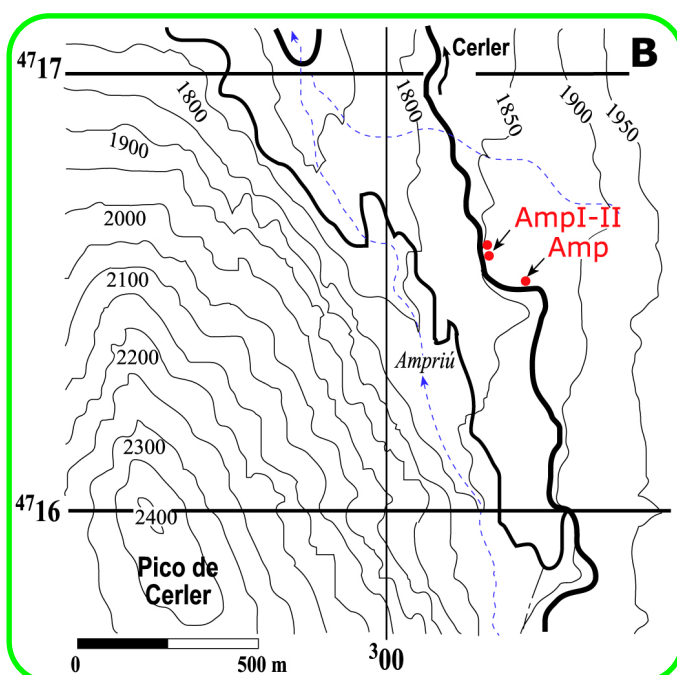


Fig. 4.6 B: Detalle en el mapa topográfico con indicación de las posiciones de las sucesiones contiguas. Intervalo de las curvas de nivel, 50 m. Amp: Ampriú, Amp I: Ampriú I y Amp II: Ampriú II.



Fig. 4.7. Aspecto de campo de la sección Ampriú con indicación del cabalgamiento tectónico (en línea blanca) y los tramos 1-14.

4.2.2.1. El corte Ampriú (Amp) está constituido por 3 m de caliza gris muy oscura, de aspecto general tabular y masivo, que se diferencia en tramos bien individualizados, con superficies onduladas. Se trata de caliza muy pura que presenta unos niveles finos dolomitizados en los 50 cm superiores del conjunto. Los estratos se disponen subhorizontales en una dirección aproximada E-O, excepto los del tercio superior que buzcan al N. Este marcado cambio de buzamiento se debe a un contacto tectónico, que corresponde al cabalgamiento de los materiales de edad de

Givetiense Superior sobre los de Frasnense Medio basal (ver Fig. 4.7).

La sucesión se puede subdividir en 14 tramos, que se describen a continuación (ver Figs. 4.8 y 4.17):

Tramo 1: Caliza negra, de unos 25-27 cm de espesor con abundantes restos de crinoideos, por tanto, se trata de un nivel encrinítico. Amp 1: Muestra tomada en los 7 cm superiores.

Tramo 2: Mismas características que el tramo anterior, de unos 17-20 cm. de espesor. Lateralmente, en los 4-5 cm superiores, se subdivide en dos capas. Amp 2: Muestra tomada en los 10 cm superiores.

Tramo 3: Banco de caliza, de 26-27 cm de espesor. Amp 3: Muestra tomada en los 7 cm inferiores. Acumulación de minerales de calcopirita/pirita.

Tramo 4: Caliza negra, de 4-6 cm de espesor. Amp 4: Muestra de todo el tramo.

Tramo 5: Banco de 18-22 cm de caliza oscura, que se subdivide en dos capas, siendo la superior, más delgada, de unos 4-9 cm. Lateralmente, estas capas se juntan con el tramo 3, están separadas entre sí por las débiles superficies onduladas. Amp 5: Muestra tomada en los 10 cm. superiores.

Tramo 6: Banco de caliza oscura, de unos 11-21 cm de espesor. Lateralmente se acuña con el tramo 7. Amp 6: Muestra en los 10 cm superiores.

Tramo 7: Intervalo de 23-28 cm de espesor, de caliza oscura, que se diferencian débilmente en 2 o 3 capas. Amp 7: Muestra tomada en los 10 cm superiores.

Tramo 8: Se trata de una capa de caliza de 7 cm. de espesor. Amp 8: Muestra de toda la capa.

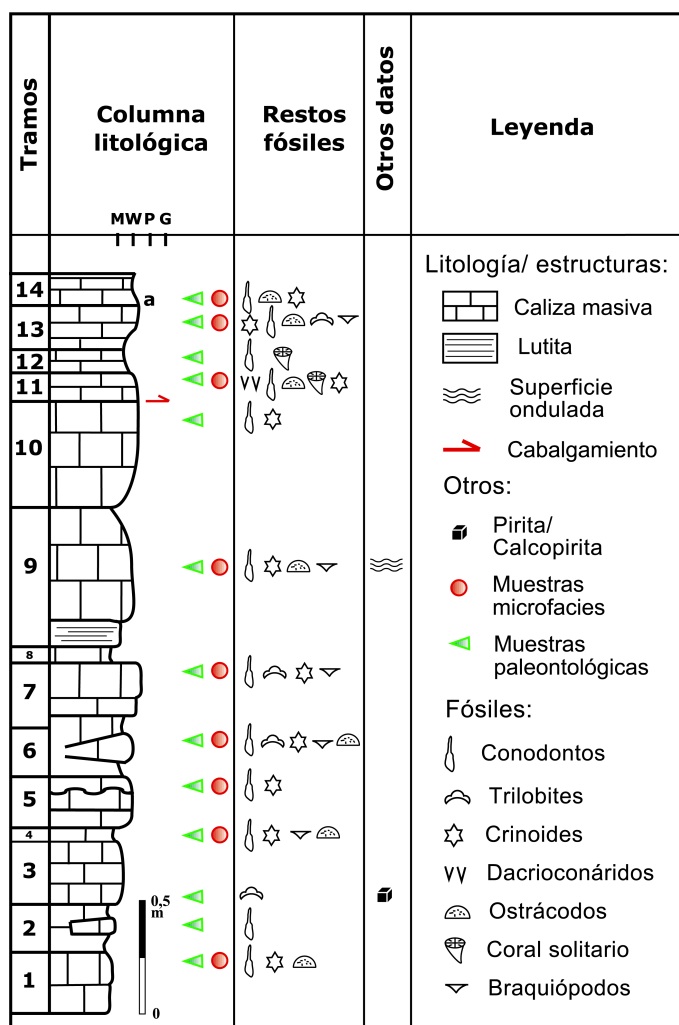


Fig. 4.8. Columna estratigráfica de la sección Ampriú. Se indican en ella, los datos texturales, paleontológicos y posición de las muestras micropaleontológicas y de microfacies.

Tramo 9: Banco de caliza oscura de aspecto más masivo. Su potencia es de 57-60 cm. Se observan ciertos niveles encriníticos. La base es más o menos ondulada. Amp 9: Muestra tomada en los 8 cm más superiores del tramo.

Tramo 10: Conjunto de unos 58 cm de potencia. Se observan numerosas cicatrices, que quizás correspondan a las diferentes capas amalgamadas. A techo, se identifica una superficie de pátina ferruginosa. Se observan parches de acumulación de restos de crinoideos. La muestra Amp 10 que procede de los 5 cm superiores, representa un ejemplo de esta acumulación.

A partir de este punto, los siguientes bancos, que están en contacto tectónico

con los inferiores, cambian ligeramente su buzamiento.

Tramo 11: Banco de caliza más clara, de 8 a 10 cm de espesor y dividido en 2 capas. La muestra Amp 11 procede de los 4 cm de la capa superior.

Tramo 12: Otro banco de caliza de 4-5 cm de espesor. Amp 12: La muestra pertenece a todo el banco y se han reconocido restos de corales.

Tramo 13: Banco de caliza clara de 13-14 cm de espesor. Amp 13: Muestra tomada en los 8 cm superiores.

Tramo 14a: Capa de caliza de 5-10 cm de espesor que lateralmente desaparece. Amp 14a: Muestra tomada en toda la capa.

En el 2004, se estudiaron dos nuevos cortes, que también se sitúan en el margen izquierdo de la carretera hacia la estación de esquí, y más próximos a la misma (ver Fig. 4.6B).

4.2.2.2. Sucesión Ampriú-I.

El corte de Ampriú-I (Amp-I), consiste en 180 cm de caliza de color gris claro-oscuro, cuya extensión lateral alcanza los 4 m. En la base, la estructura es nodular, más masiva

hasta la parte media y en la mitad superior, cambia a estructuras lenticular y ondulada. Se observan algunos niveles de pátinas ferruginosas (Fig. 4.9).

Se reconocen 7 tramos que se detallan a continuación (ver Figs. 4.10 y 4.18):

Tramo 1: Banco de caliza de grano fino, de 30 cm de espesor. En los dos tercios inferiores, el aspecto es laminado con intercalaciones onduladas y en el último tercio es más masivo. **Amp-I/1(8-11):** Muestra de 3 cm, situada a 8 cm por encima de la base con ostrácodos;

Amp-I/1top: Otra muestra situada en los 5-7 cm más superiores.

Tramo 2: Banco de caliza gris, de 15-16 cm de espesor. Lateralmente, se acuña hasta los 10 cm de espesor. **Amp-I/2:** Muestra tomada en los 9 cm inferiores.

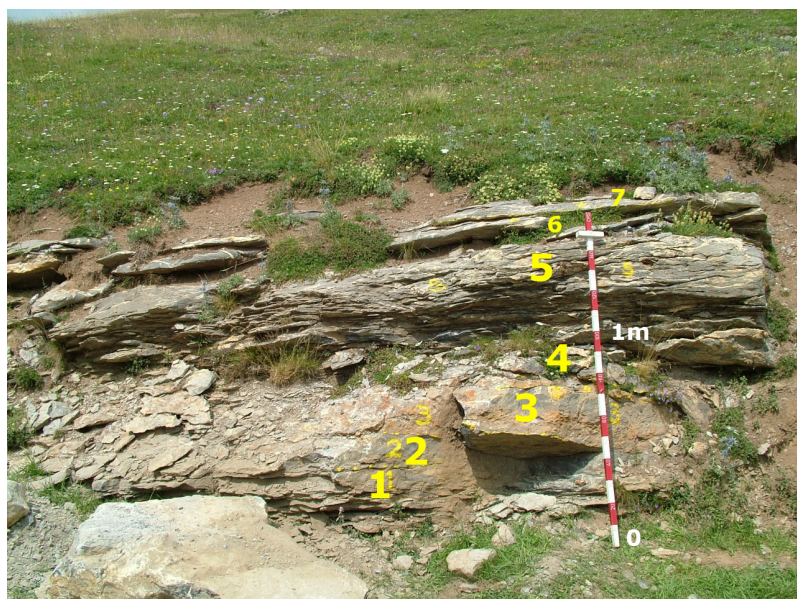


Fig. 4.9. Detalle de campo de la sección Ampriú-I con indicación de sus tramos.

Tramo 3: Banco de caliza gris-azulada, de grano muy fino y de 20-25 cm de espesor. Aspecto más masivo con respecto a los restantes tramos. **Amp-I/3**: Muestra tomada en los 20 cm inferiores del tramo y

de éstos, en los 10 cm inferiores hay un nivel de acumulación de restos de crinoideos, corales y braquiópodos (Figs. 4.11 , 4.12).

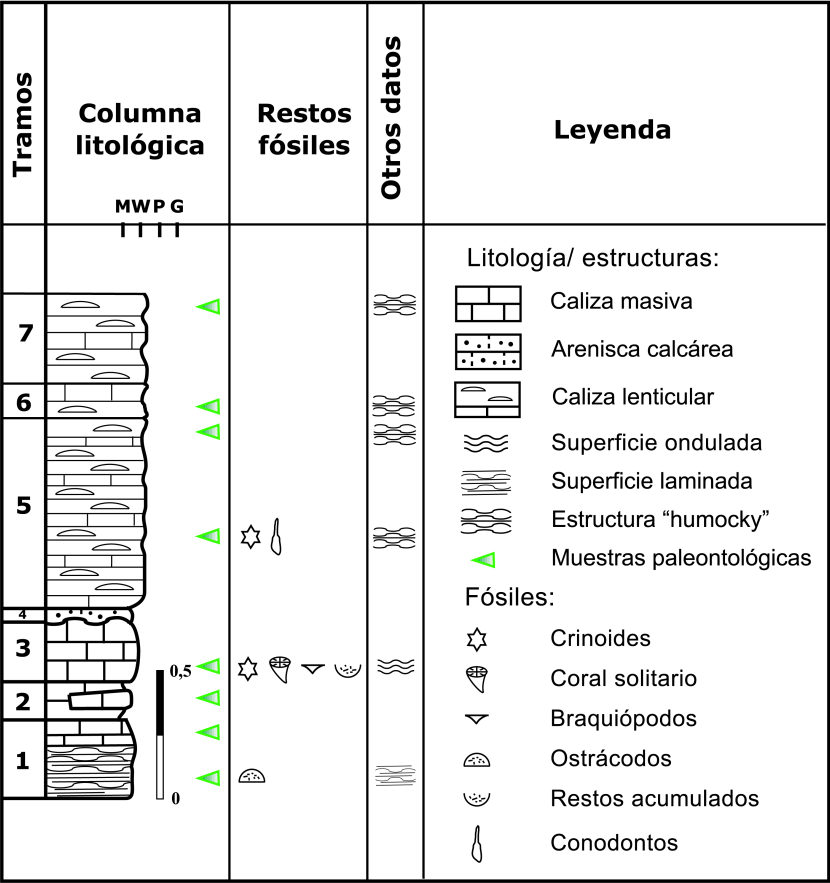
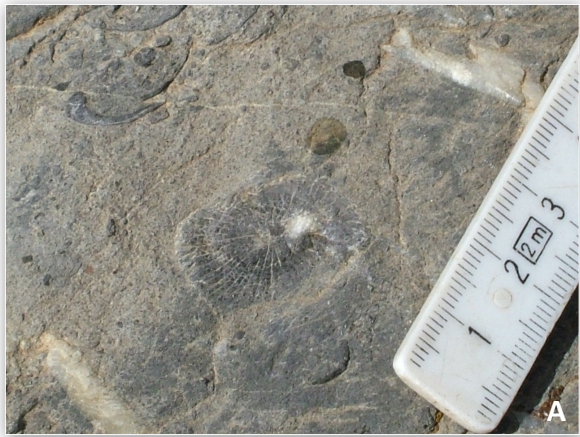


Fig. 4.10. Columna estratigráfica de la sección Ampriú-I, acompañada de datos texturales, paleontológicos y posicionamiento de las muestras.



Figs. 4.11 Tramo 3 con acumulación de restos de corales.

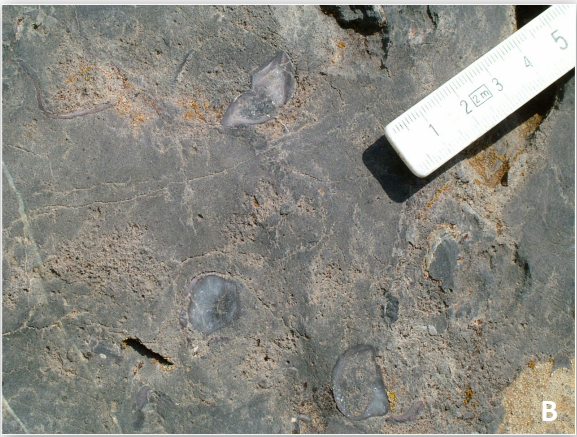


Fig. 4.12 Tramo 3 con braquiópodos.



Fig. 4.13. Detalle de la estratificación de tipo “hummocky” en el tramo 5.

Tramo 4: Nivel de base muy erosiva de unos 3-4 cm de arenisca calcárea, parda y de superficie muy irregular; ésta, está cubierta por pátina roja.

Tramo 5: Un intervalo de 68-70 cm de espesor, de caliza gris-azulada de grano fino y de estructura de tipo “hummocky”, con presencia de niveles arcillosos entre los lentejones. **Amp-I/5:** Muestra tomada de varios lentejones situados a unos 23-29 cm de la base del tramo donde se identificaron algunos restos de crinoides. (Fig. 4.13).

Tramo 6: Banco de caliza gris-azulada, de 20 cm de espesor, subdividido parcialmente en 2 niveles que lateralmente se unen. **Amp-I/6:** Muestra tomada en los 10 cm inferiores.

Tramo 7: Banco de caliza parecido al anterior, de 30-35 cm de espesor. Lateralmente, se diferencia en, al menos, 3 capas. **Amp-I/7:** Muestra tomada en los 7-8 cm superiores.



Fig. 4.14. Detalle de campo de la sección Ampriú-II con indicación de los 4 tramos reconocidos. Vara de Jacob: 1,50 m; cada subdivisión individual de color (rojo, blanco): 10 cm.

4.2.2.3. Sucesión Ampriú II.

La sección de Ampriú II (Amp-II) se localiza próximo a las anteriores citadas (ver Fig. 4.6B). Se trata de un intervalo parcialmente cubierto con escasos bancos de caliza gris oscura, por tanto su potencia real es difícil de precisar. El color oscuro de la caliza, nos recuerda su parecido al corte Ampriú; sin embargo, la presencia de pizarras calcáreas en los tramos intermedios difiere de aquél (Fig. 4.14).

Se reconocen 4 tramos que se detallan abajo (Fig. 4.15 y 4.19).

Base: cubierto con algunos niveles de caliza negra muy laminada.

Tramo 1: Banco de caliza negra-gris, de grano fino y un espesor de 15-20 cm. Superficies laminadas /onduladas, probablemente de origen algal. Se reconocen 3-4 capas que lateralmente se

acúñan. Presentan superficie de pátina roja con niveles arcillosos muy finos.

Amp-II/1: Muestra tomada en los 9-10 cm inferiores, de aspecto muy arcilloso.

Tramo 2: Intervalo de 125 cm parcialmente cubierto, aflorando un banco de caliza gris de 15-20 cm de espesor, de superficie muy laminada/ondulada y que lateralmente desaparece.

Tramo 3: Conjunto de caliza de 80-90 cm de espesor, de tonalidades negro-gris-azul, de grano fino. Aspecto muy vetado. Se reconocen 4 bancos de espesores variables: a) Banco de 17-24 cm de espesor; b) Banco de 8-9 cm de espesor; c) Otro banco de 30-31 cm de espesor, subdividido en capas; d) Último banco de 13 cm de espesor, parcialmente cubierto y con algunas intercalaciones de arcillas calcáreas.

Amp-II/3a: Muestra de caliza gris-azulada, muy arcillosa; se sitúa en los 10-11 cm inferiores.

Amp-II/3b: Muestra de caliza negra-azulada, de toda la capa, muy laminada.

Amp-II/3c: Muestra de caliza gris-azulada, muy arcillosa, tomada de una capa de 7 cm que se sitúa a 9-16 cm de la base del banco c.

Amp-II/3d: Muestra de caliza gris-azulada que se sitúa en los 4-5 cm superiores del último banco.

Tramo 4: Banco de caliza gris, de grano fino, de 46 cm de espesor y con alternancia de arcillas calcáreas. **Amp-II/4:** Muestra tomada entre 10-20 cm encima de la base.

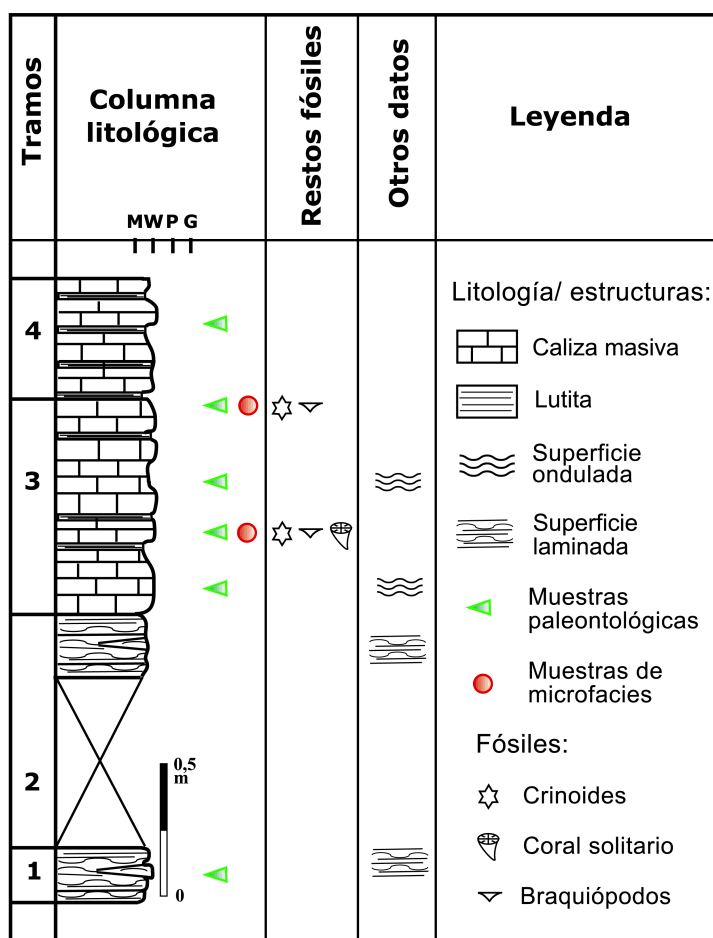


Fig. 4.15. Columna estratigráfica de la sección Ampriú-II. Se indican en ella, los datos texturales, paleontológicos y posicionamiento de las muestras micropaleontológicas y de microfacies.

| | Muestra | Conod | Otros | Peso Kg |
|--------------|-------------------------|-------|-------|---------|
| Campaña 1987 | Basibé 1 | * | | 2,6 |
| | Basibé 2 | * | * | 2,75 |
| | Basibé 3 | * | | 4,3 |
| | Basibé 4 | * | * | 6,05 |
| Campaña 2004 | Basibé 1 ^{'04} | * | | 2,78 |
| | Basibé 2 ^{'04} | * | * | 1,6 |
| | Basibé 3 ^{'04} | * | | 2,65 |
| | Basibé 4 ^{'04} | * | * | 5,12 |
| Total | 8 | 8 | 4 | 27,85 |

Fig. 4.16 Listado de muestras tomadas de la sección de Basibé en diferentes campañas.

| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
|---------------------|----------|--------|-------|---------|---------|
| Corte Ampriú | Amp 1 | * | * | * | 0,7 |
| | Amp 2 | * | | | 4,26 |
| | Amp 3 | | * | | 0,5 |
| | Amp 4 | * | * | * | 2,8 |
| | Amp 5 | * | * | * | 3,23 |
| | Amp 6 | * | * | * | 1,26 |
| | Amp 7 | * | * | * | 3,06 |
| | Amp 9 | * | * | * | 0,4 |
| | Amp10 | * | * | | 0,7 |
| | Amp 11 | * | * | * | 1,8 |
| | Amp 12 | * | * | | 2,2 |
| | Amp 13 | * | * | * | 0,9 |
| | Amp 14a | * | * | * | 1,22 |
| Total | 13 | 12 | 12 | 9 | 23,03 |

Fig. 4.17. Listado de muestras tomadas de la sección Ampriú.

| | Muestras | conod. | otros | Peso Kg |
|-------------------------|------------------------|--------|-------|---------|
| Corte Ampriú - I | Amp-I/1 | | * | 1,64 |
| | Amp-I/1 _{top} | | | 0,5 |
| | Amp-I/2 | | | 1,67 |
| | Amp-I/3 | | * | 2,1 |
| | Amp-I/5 | * | * | 2,22 |
| | Amp-I/6 | | | 1,76 |
| | Amp-I/7 | | | 1,22 |
| Total | 7 | 1 | 3 | 11,11 |

Fig. 4.18. Listado de muestras tomadas de la sección Ampriú-I.

| | Muestras | Restos fósiles | Peso Kg |
|--------------------------|-----------|----------------|---------|
| Corte Ampriú - II | Amp-II/1 | | 1,3 |
| | Amp-II/3a | | 0,9 |
| | Amp-II/3b | * | 1,1 |
| | Amp-II/3c | | 1,4 |
| | Amp-II/3d | * | 1,3 |
| | Amp-II/4 | | 3,28 |
| Total | 6 | 2 | 9,28 |

Fig. 4.19. Listado de muestras tomadas de la sección Ampriú-II.

4.3. Subfacies Renanué.

Las sucesiones Sahún y Renanué pertenecen a esta subfacies cuyas características se describen a continuación.

4.3.1. Sucesión de Sahún.

La sección Sahún (Sh) se encuentra en el Valle de Benasque, en la margen izquierda del río Ésera, en la antigua carretera Castejón-Benasque, a unos 2,4 Km al NO de la localidad de Sahún (Fig. 4.20A y B).

Esta sucesión corresponde parcialmente al corte (07) de Boersma (1973: 315) que tiene una potencia aproximada de unos 70 m y comprende, según los conodontos documentados por el autor, desde el Givetense hasta el Carbonífero. El intervalo estudiado aquí, en detalle corresponde a sus muestras 0701-0709, que corresponde al conjunto de 20 m de calizas grises en bancos potentes, que Boersma identificó en la parte inferior de la columna, y que dató como Givetense-Frasniense Inferior (según el listado de conodontos en Boersma, 1973: 374, tabla 13).

Posteriormente, Buchroitner (1978) tomó nuevas muestras (301 - 309) que dató como Eifeliense Superior - Givetense -

Frasniense Inferior. El listado de conodontos fue documentado en Buchroitner (1978: 257, tabla 2).

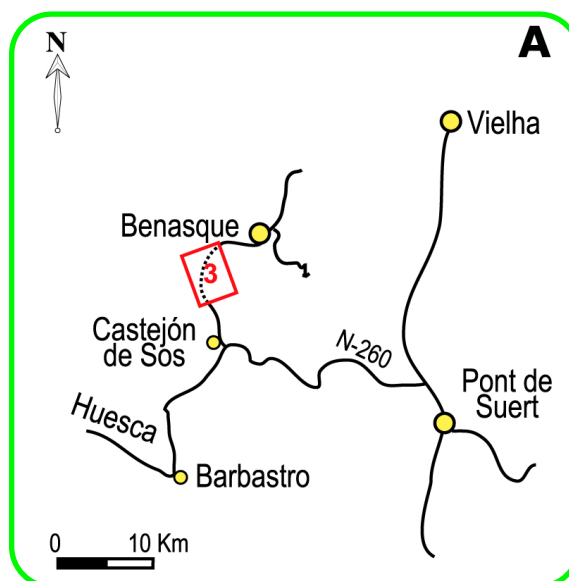
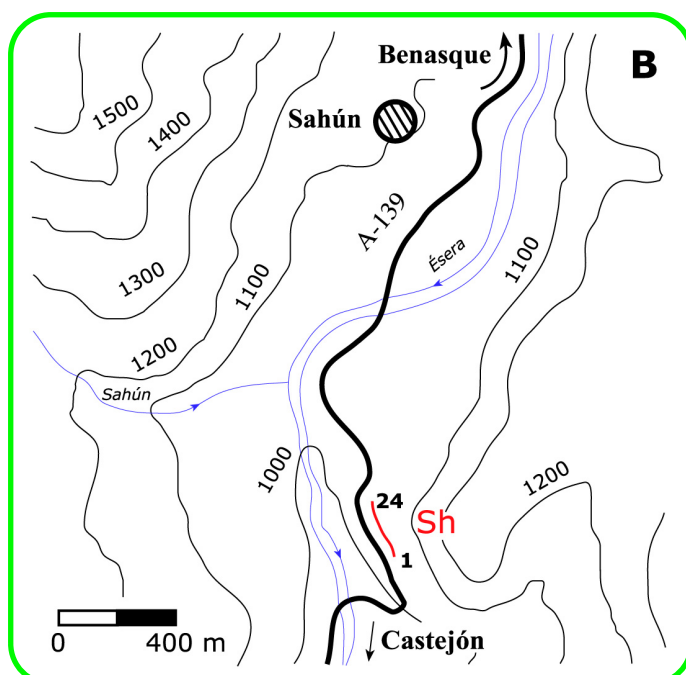


Fig. 4.20 A: Situación geográfica de la sucesión de Sahún (3).

Durante la campaña del 2002, se recolectaron 29 muestras, cuyas siglas se indican en "azul claro" (ver Fig. 4.26). Se han reconocido dos tipologías litológicas que son:



Tipo 1: calizas oscuras, de aspecto tabular/laminado, con superficies onduladas. Pertenecen a este tipo los tramos 1-8, 10-17, 19-24.

Tipo 2: calizas oscuras, de aspecto masivo que se alternan con formas tabulares. Presentan espesores mayores que el tipo anterior. Pertenecen a este tipo los tramos 9, 18, 25 y 26.

Ambos tipos, pueden tener intercalaciones de niveles margosos.

Fig. 4.20B: Detalle en el mapa topográfico con indicación de los tramos (1-24). Intervalo de las curvas de nivel, 100 m. Sh: Sahún.

Su descripción litológica se detalla en (Figs. 4.22, 4.24 y 4.25) y los aspectos de campo (ver Figs. 4.21 y 4.23).

Tramo 1: Caliza negra, de unos 25 cm de espesor, de aspecto tabular, con superficie ondulada a techo y muy laminada. [Sh 1](#): muestra de todo el tramo.

Tramo 2: Caliza oscura, de unos 40-45 cm de espesor, fuertemente laminada, de aspecto calcáreo-margoso. [Sh 2](#): muestra de todo el tramo.

Tramo 3: Caliza oscura, de unos 63 cm de espesor, fuertemente laminada y alternando con niveles arcillosos. [Sh 3](#): Muestra entre los 35-50 cm del tramo.

Tramo 4: Caliza negra-gris, de 20-25 cm de espesor. La base es plana y la superficie del techo es ondulada. Por encima, nivel de pizarras calcáreas muy irregular, de 4-12 cm. [Sh 4](#): Muestra situada en los 16 cm superiores, se observan restos de crinoideos.

Tramo 5: Caliza negra-gris, de 25-50 cm de espesor. Se acuña lateralmente. [Sh 5 upper](#), muestra de 6 cm de espesor, cuyo

límite superior se sitúa a 8 cm por debajo del techo del tramo.

Tramo 6: Caliza negra de unos 14-20 cm. de espesor que lateralmente se acuña. Nivel equivalente a la muestra 0702 de Boersma. La muestra [Sh 6](#) se sitúa en los 10 cm. inferiores.

Tramo 7: Caliza negra, de 32-35 cm de espesor. [Sh 7](#): Muestra tomada en los 16 cm inferiores.

Tramo 8: Caliza gris oscuro, de espesor 23-25 cm y subdividido lateralmente. Su muestra [Sh 8](#) está situada en los 18 cm inferiores.

Tramo 9: Caliza negra, de 27 cm de espesor, de aspecto muy masivo y con cierta continuidad lateral. [Sh 9](#): Muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 10: Banco de caliza oscura, de unos 45 cm de espesor, subdividido en 4 capas. [Sh 10](#): Muestra tomada en los 16 cm superiores.

Tramo 11: Caliza oscura, de 75 cm de espesor y subdividido, al menos en 6 capas. Se han tomado dos muestras: [Sh11a](#),



Fig. 4.21. Detalle de campo de los tramos inferiores (2-7) de la sección de Sahún.

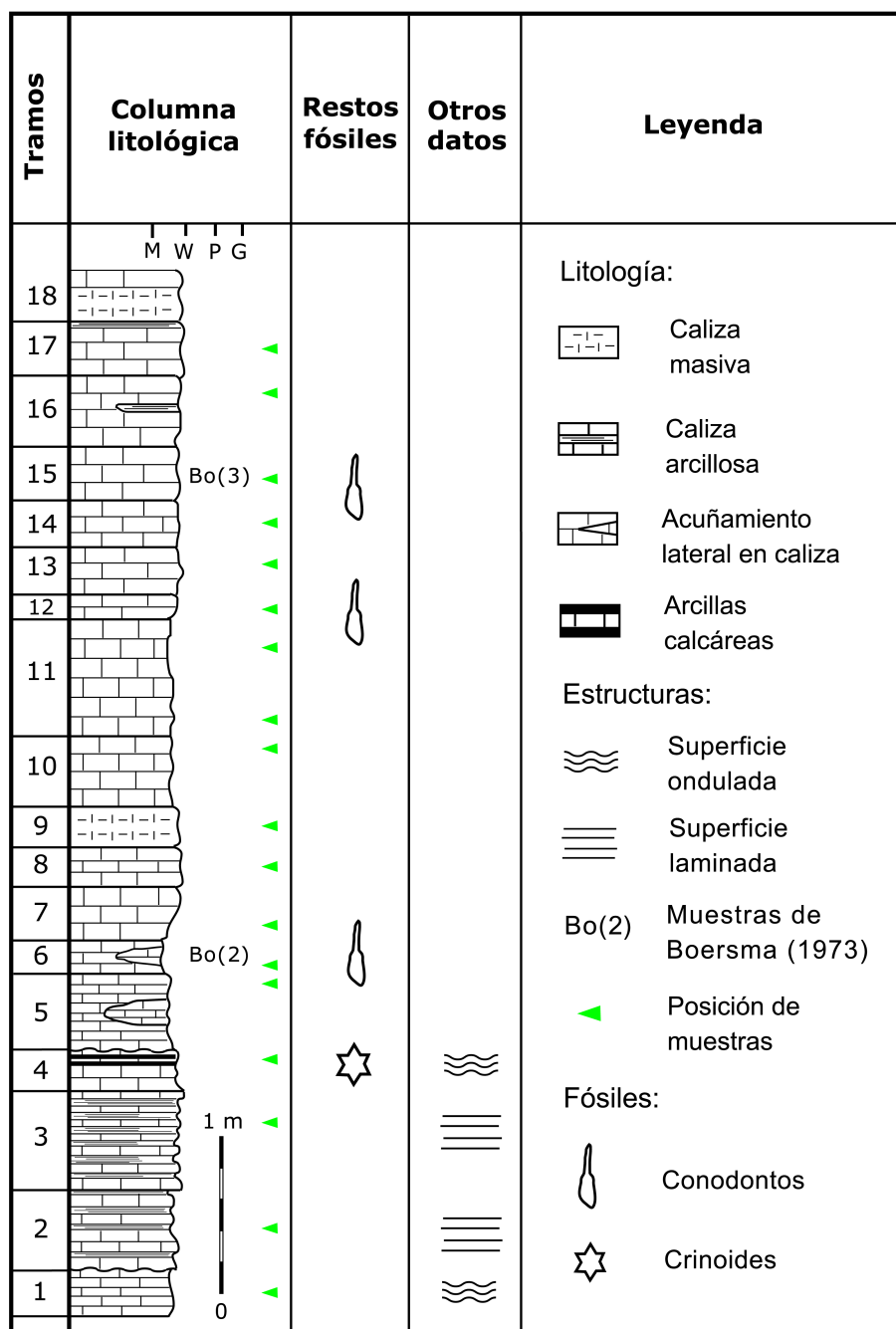


Fig. 4.22. Columna estratigráfica de la sección de Sahún (tramos 1-18).

situada en los 12 cm inferiores, que corresponde subdividido a 2 capas, de 4 y 8 cm y [Sh11top](#), situada en los 19 cm superiores, que corresponde lateralmente en 4 capas.

Tramo 12: Caliza negra, de 17 cm. de espesor. [Sh 12](#): Muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 13: Caliza oscura, de espesor de 28 cm. Su muestra [Sh 13](#) se sitúa en los 18 cm superiores.

Tramo 14: Caliza negra, de 30 cm de espesor. La muestra [Sh 14](#) se tomó en todo el tramo.

Tramo 15: Caliza negra-gris, con espesor de 35 cm, subdividida en varias capas finas. Este tramo es el equivalente al de la



Fig. 4.23. Detalle de los tramos medios (10-17) de la sección de Sahún.

muestra 0703 de Boersma. La muestra [Sh 15](#) se tomó entre los 5-25 cm.

Tramo 16: Caliza gris-negra, con espesor de 45 cm dividido en dos capas (25 y 20 cm) a las que sigue, un lentejón muy fino, arcilloso y algo calcáreo de 0-5 cm. [Sh 16](#): Muestra tomada en los 16 cm inferiores de la capa superior.

Tramo 17: Caliza negra, cuyo espesor es de 26-35 cm. Sigue, un nivel interestratificado muy fino de material arcilloso-calcáreo de 2 cm a techo. [Sh 17](#): Muestra tomada en los 22 cm inferiores.

Tramo 18: Conjunto de caliza negra-gris, de 115 cm de potencia, de aspecto general masivo que en la parte superior se diferencian algunas capas; en el techo se reconocen una capita de 10 cm de arcilla calcárea. [Sh 18](#): muestra tomada entre los 80-97 cm.

Tramo 19: Caliza gris, algo arenosa y ligeramente laminada, de 120 cm de potencia, cuya base coincide con la muestra 0704 de Boersma (1973). En la parte superior se diferencian varias capas que se

acuñan. La muestra [Sh 19](#) se ha tomado en los 30 cm inferiores.

Tramo 20: Caliza gris azulada negra, de unos 60 cm de espesor, superficie laminada, subdividida en 2 capas, la inferior de 25-35 cm y la superior, 30-35 cm. Este tramo coincide con el de la muestra 0705 de Boersma (1973). La muestra tomada [Sh 20](#) procede de los 20 cm superiores.

Tramo 21: Conjunto de caliza gris, de unos 100 cm de potencia, de superficie ondulada en la base y dividido en varias capas de diferentes espesores. La muestra [Sh 21](#) se tomó en los 20 cm superiores.

Tramo 22: este intervalo comienza con un nivel arcilloso de hasta 2 cm al que le sigue una caliza gris, de unos 110 cm de potencia que está subdividido en varias capas, cuyos límites presentan superficies rojizas, también se observan pequeños lentejones milimétricos que desaparecen. Se tomaron 2 muestras: la inferior, [Sh22](#) en una capa de 12 cm cuyo límite superior se encuentra a 28 cm del techo del tramo y la superior, [Sh22₇₀₋₁₁₀](#), en los 40 cm superiores del tramo.

Tramo 23: Banco potente de caliza azulada, de aspecto masivo, algo tectonizado, de espesor de unos 110 cm y que en la parte superior es más laminado. *Sh 23:* Muestra tomada a 50-70 cm de la base.

Tramo 24: Conjunto calizo de unos 150 cm de espesor, superficies muy laminadas y

reconocidos en varias capas. Se tomaron dos muestras, *Sh 24* situada entre los 75-95 cm de la base y otra, *Sh 24top*, situado en los 15 cm superiores.

Tramo 25: Paquete de caliza muy masiva, de unos 210 cm, aspecto vetado, se distinguen pocas capas. *Sh 25:* Muestra tomada a 80-93 cm de la base.

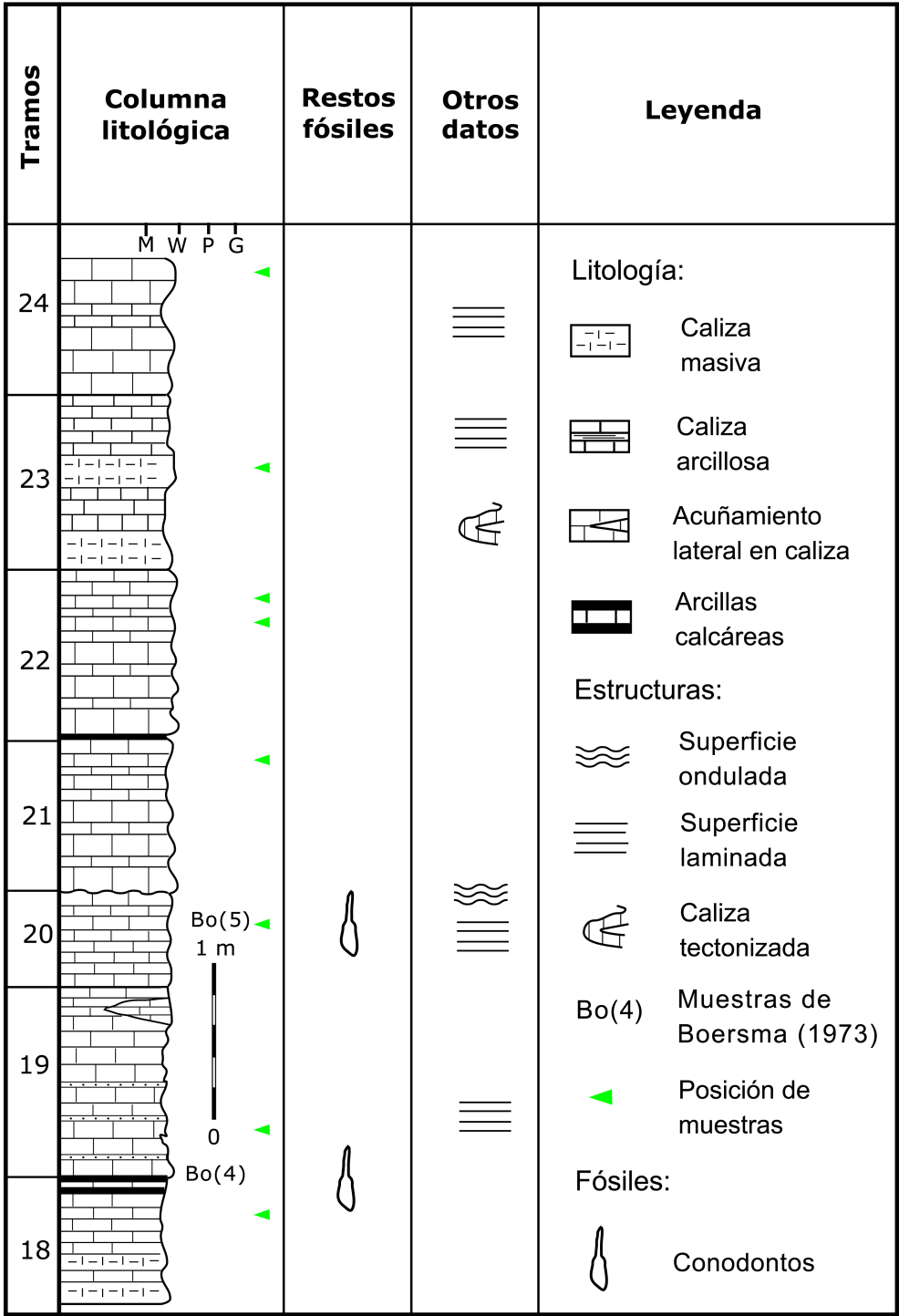


Fig. 4.24. Columna estratigráfica de la sección de Sahún (tramos 18-24).

Entre los tramos 25 al 26 hay un nivel margoso de unos 10 cm aproximadamente.

Tramo 26: Intervalo calizo masivo, de aproximadamente 360 cm de potencia. Superficies tabulares. En los 40-50 cm superiores equivaldrían al de la muestra

0709 de Boersma (1973). La muestra tomada *Sh 26* tiene unos 8 cm y está situada a 140 cm de la base.

Este tramo calcáreo se termina mediante un contacto mecánico (falla).

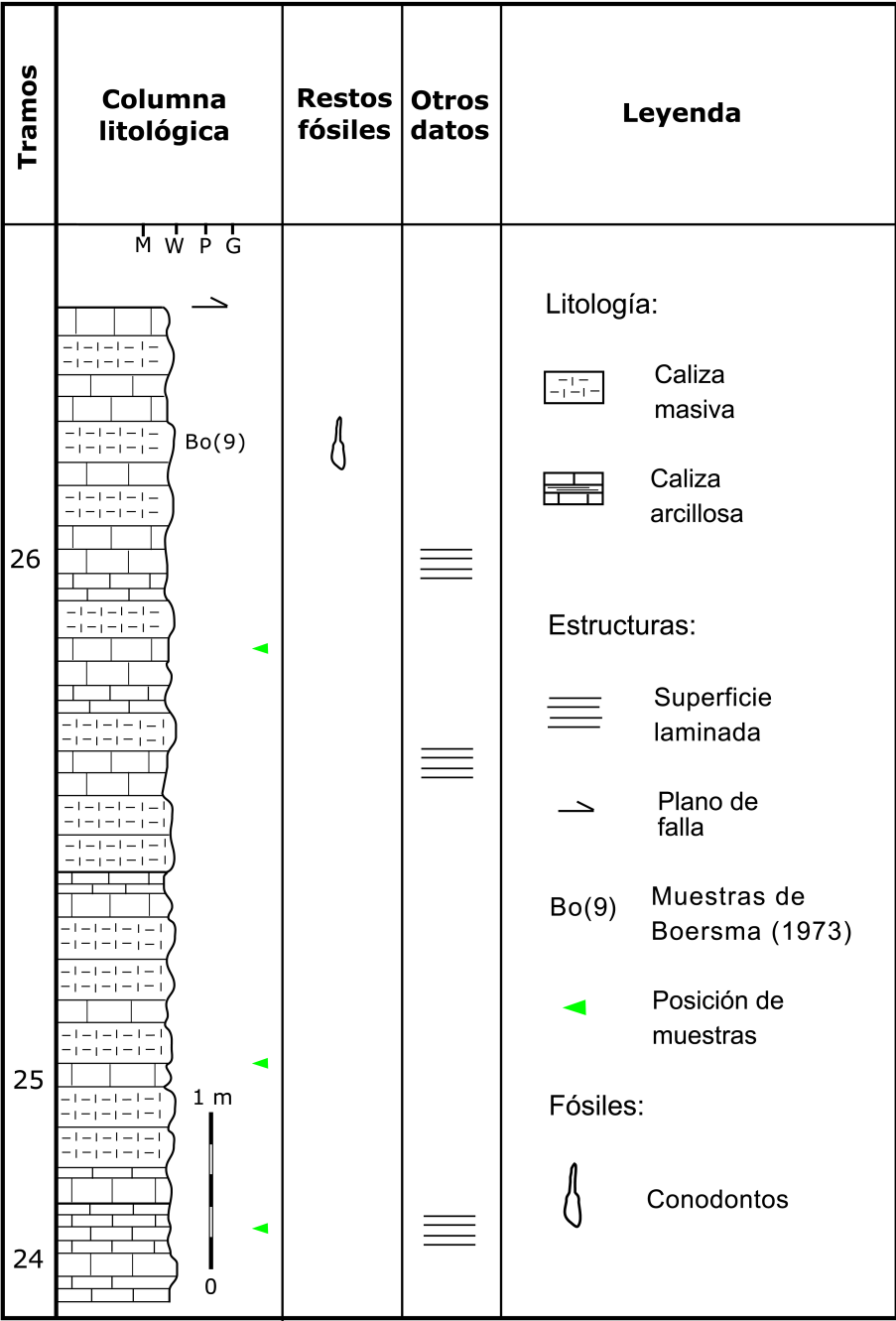


Fig. 4.25. Columna estratigráfica de la sección de Sahún (tramos 24-26).

| Muestras | Espesor (cm.) | Posición de muestras | Peso (Kg) | Restos Conodontos | Otros restos |
|-------------------|---------------|--|-------------|-------------------|--------------|
| Sh 1 | 25 | todo el tramo | 2,7 | | |
| Sh 2 | 40-45 | todo el tramo | 3,2 | | |
| Sh 3 | 63 | 35-50 cm | 6,5 | | |
| Sh 4 | 20-25 | 16 cm superiores | 5,25 | | crinoides |
| Sh 5 | 25-50 | 8 cm superiores | 3,1 | | |
| Sh 6 | 14-20 | 10 cm inferiores | 2,7 | | |
| Sh 7 | 32-35 | 16 cm inferiores | 3,45 | | |
| Sh 8 | 23-25 | 18 cm inferiores | 2,58 | | |
| Sh 9 | 27 | todo el tramo | 2, 74 | | |
| Sh 10 | 45 | 16 cm superiores | 3 | | |
| Sh 11a Sh 11top | 75 | 12 cm inferiores 19 cm superiores | 2,75 4,9 | | |
| Sh 12 | 17 | todo el tramo | 2,45 | ramiformes | |
| Sh 13 | 28 | 18 cm superiores | 2,78 | | |
| Sh 14 | 30 | todo el tramo | 2,5 | | |
| Sh 15 | 35 | 5-25 cm | 2,9 | | |
| Sh 16 | 45 | 16 cm superiores | 2,8 | | |
| Sh 17 | 26-35 | 22 cm inferiores | 9,1 | | |
| Sh 18 | 115 | 80-97 cm | 3,05 | | |
| Sh 19 | 120 | 30 cm inferiores | 3,2 | | |
| Sh 20 | 60 | 20 cm superiores | 3,1 | | |
| Sh 21 | 100 | 20 cm inferiores | 2,54 | | |
| Sh 22 Sh 22top | 110 | 28 cm debajo del techo 40 cm superiores | 3,3 5,2 | | |
| Sh 23 | 110 | 50-70 m de la base | 2,5 | | |
| Sh 24 Sh 24top | 150 | 75-95 cm inferiores 15 cm superiores | 3,2 3,5 | | |
| Sh 25 | 210 | 80-93 cm inferiores | 3,4 | | |
| Sh 26 | 360 | 140 cm inferiores | 4 | | |

Fig. 4.26. Listado de muestras tomadas de la sección de Sahún.

4.3.2. Sucesión de Renanué.

La sucesión de Renanué (Re) se encuentra localizada entre los valles de las partes altas de los ríos Ésera e Isábena. Se accede por la carretera C-144 que une Castejón de Sos y Pont de Suert. El afloramiento estudiado se sitúa a 1 Km de la localidad de Renanué en dirección a Laspaúles. (Fig. 4.27A y B).

Esta sucesión corresponde al corte 08-A de Boersma (1973: 315) que aquí describimos y muestreamos con más detalle. Se trata de una sucesión de aproximadamente unos 50 m de caliza en bancos potentes con algunas intercalaciones margosas. Dominan algunos niveles más masivos hacia la mitad de la sucesión. La base está constituida por pizarras grises-negras con lentejones de areniscas y el techo está limitado por una falla.

El afloramiento de Renanué se orienta aproximadamente E-O; el buzamiento general varía entre 60-65° en dirección ENE (048-060 en la parte inferior; 056 en la parte media y 048-060 en la parte superior).

En julio de 1987, Valenzuela Ríos muestreó inicialmente el corte de Renanué y como resultado del triado de algunas muestras se confirmó la edad Givetense, por tanto Devónico Medio. Entonces, se tomaron en total 69 muestras que se indican más abajo en “negro”.

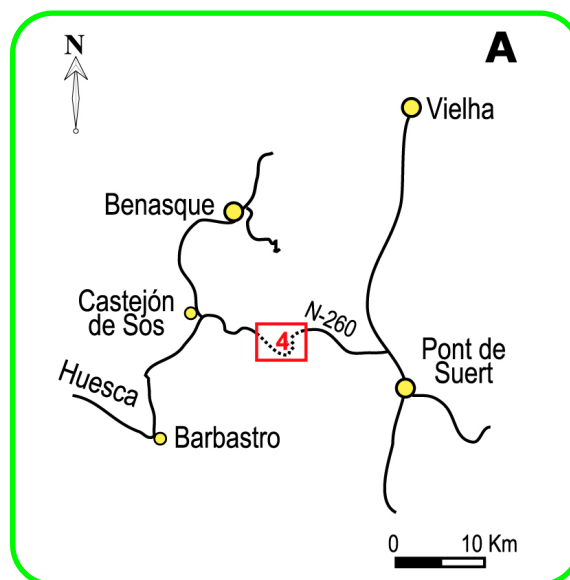


Fig. 4.27A: Situación geográfica de la sucesión de Renanué (4).

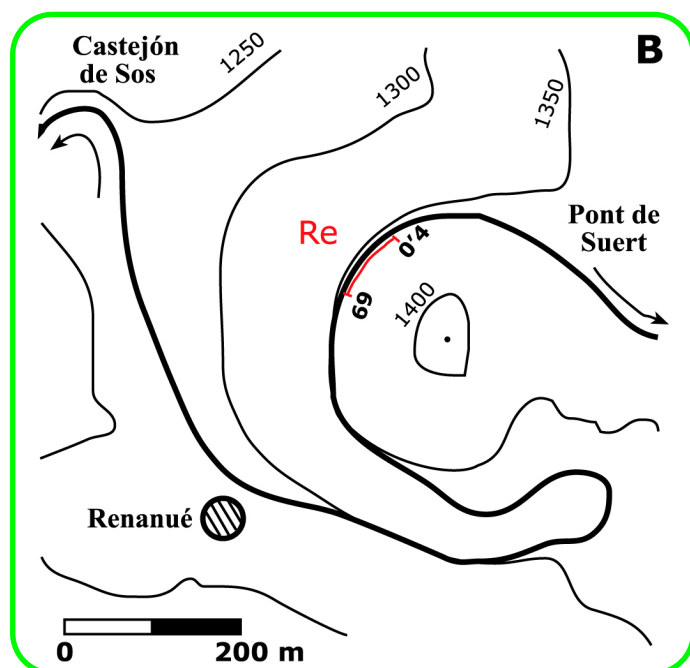


Fig. 4.27B: Mapa topográfico con indicación de los tramos (0'4-69). Intervalo de las curvas de nivel, 50 m. Re: Renanué.

Posteriormente, el resto de las muestras se procesaron y todos los residuos fueron estudiados en el otoño de 1999 y el resultado fue presentado y defendido en mi Tesis de Licenciatura (Bioestratigrafía de Conodontos del Givetense y Frasnense de Renanué, Pirineos Aragoneses, en abril del 2000).

Durante el desarrollo de esta tesis doctoral, se realizaron varias campañas de campo para el estudio pluridisciplinar de esta sección y para ampliar la colección existente de conodontos e intentar resolver algunos de los problemas planteados.

En la campaña del 2000, se concentró el muestreo en el tramo comprendido entre las capas 55-56 y algunas capas entre los tramos 19-30 de la parte media del intervalo. En total se tomaron 18 muestras, indicadas aquí en "turquesa".

En la campaña del 2001, el muestreo se concentró en los niveles próximos a los límites del Givetense. Se tomaron 7 muestras que se indican en "lavanda".

En la campaña del 2002, se recolectaron 4 muestras para completar el estudio de microfacies, indicadas en "azul claro".

En el 2004, se tomaron 10 muestras nuevas, para reducir más el espaciado de muestreo de aquellos tramos más potentes comprendidos entre las capas 20 al 69. Estas muestras se indican en "verde claro".

En la campaña del 2005, se tomaron 3 muestras, con intención de acotar lo mejor posible el límite Eifeliense/Givetense que son indicadas en "naranja".

En total se recolectaron entre las diferentes campañas 107 muestras para conodontos y 77 para el estudio de microfacies (Figs. 4.41 y 4.42).

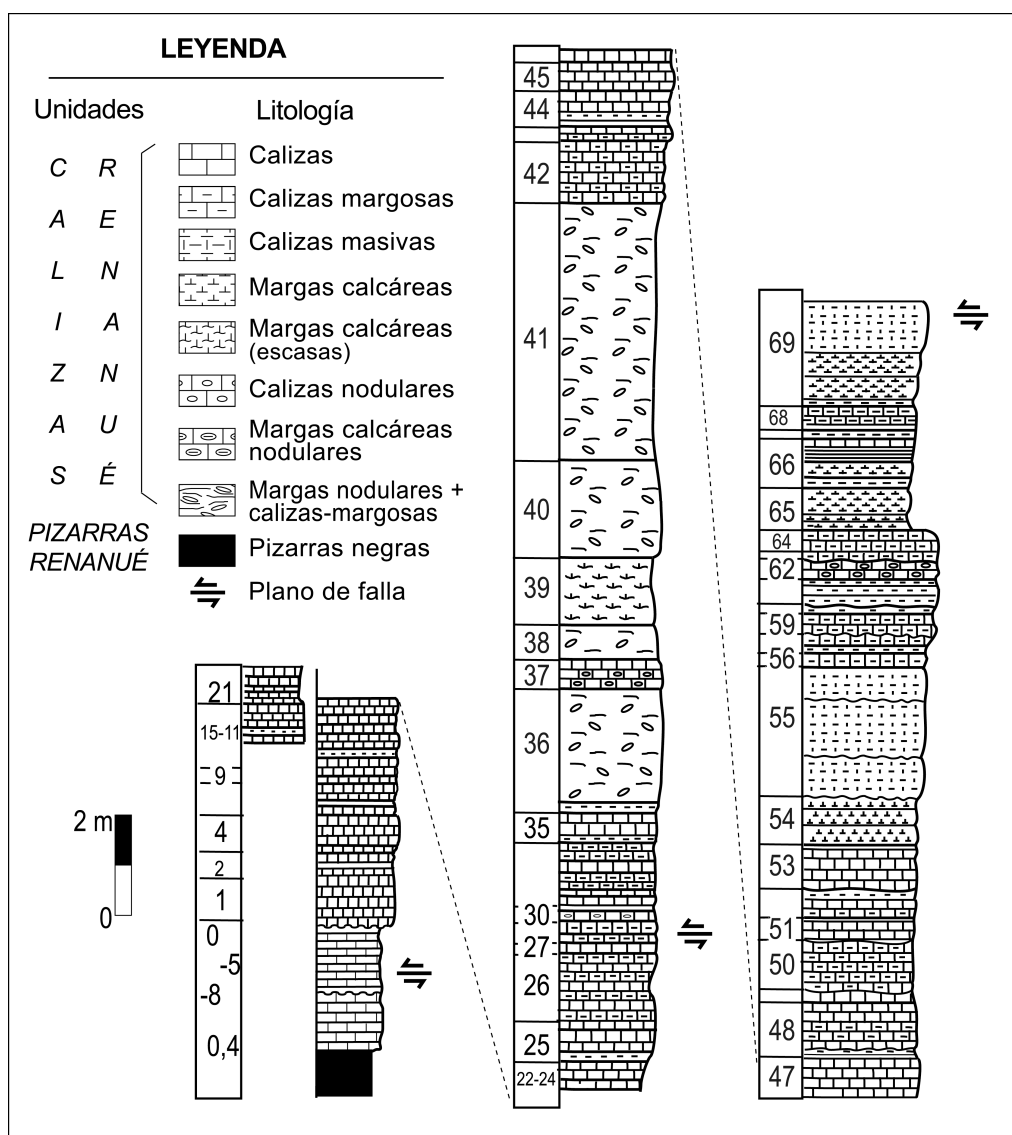


Fig. 4.28 Columna estratigráfica general de la sucesión de Renanué con indicaciones de sus tramos.

Descripción litoestratigráfica

La base de la sucesión se inicia con unos 4 m de pizarras negras y gris-verdosas, finas con mica en las que se intercalan nódulos y lentejones de areniscas de color ocre-naranja. La parte superior está cubierta y se observan dacrioconáridos rodados. Estas pizarras podrían corresponder a parte de la Fm. Vilaller, o a su equivalente parcial en la Subfacies Renanué, las *Pizarras de Renanué*, según Buchroitner (1978).

Por encima, sigue la secuencia carbonatada, en su base se observan estrías, que podrían corresponder a un plano de falla, por lo que la medición detallada de la sucesión la iniciamos en los materiales carbonatados. Este conjunto litológico fue considerado por Buchroitner (1978), de una manera informal, como *Calizas de Renanué* (sic. *Renanué-Kalk*). Ver Fig. 4.28.

En general, la sucesión de Renanué se ha dividido en tres partes (inferior, medio y superior) que se analizan con más detalle. A su vez, se ha reconocido tres conjuntos litológicos que son:

Tipo 1: caliza gris, de colores claros y oscuros, de aspecto superficial tableado/masivo, con superficies onduladas. Corresponde principalmente con los tramos inferiores de la sección.

Tipo 2: caliza margosa/margas calcáreas, de aspecto nodular/laminado y de superficies onduladas con ripples. Corresponde a los tramos medios y algunos tramos superiores.

Tipo 3: caliza margosa/margas calcáreas, de aspecto masivo superficialmente. Corresponde a los tramos de la parte media-superior.

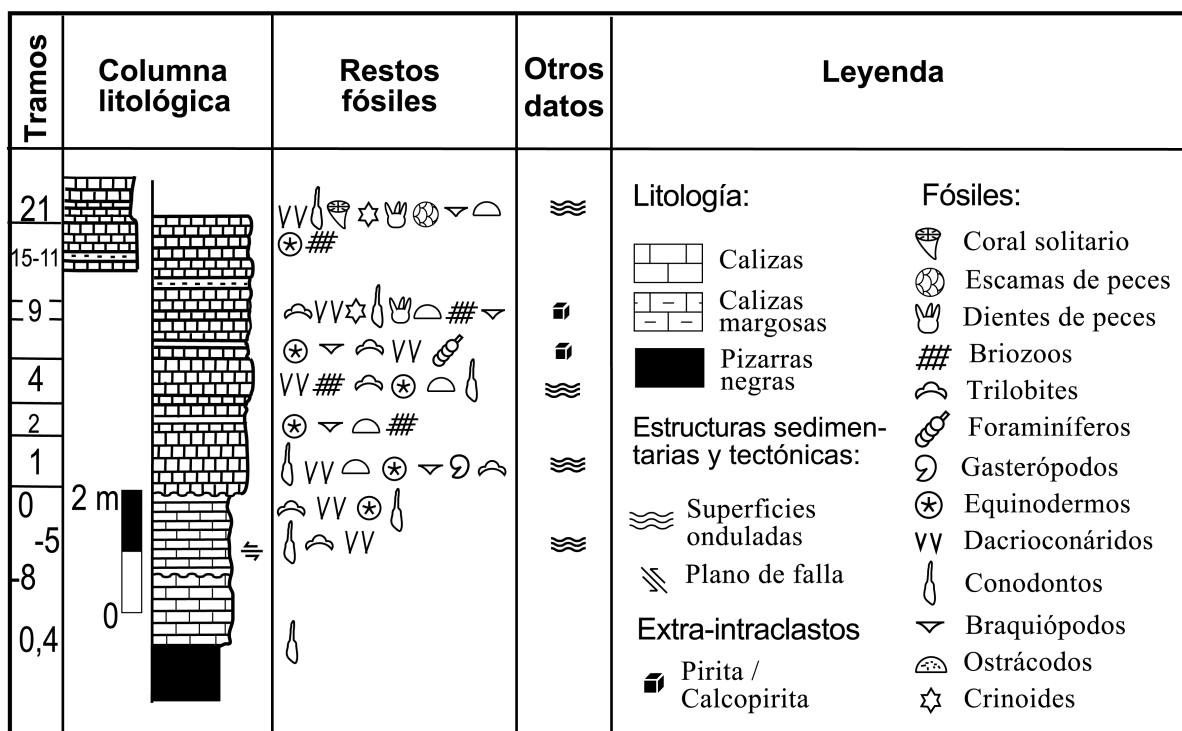


Fig. 4.29 Vista detallada de la sucesión de Renanué de los tramos inferiores (Re0'4 al Re21) junto a la leyenda.

Tramos inferiores (Figs. 4.29 - 4.32):

Tramo basal: primer tramo calizo gris, de 60 cm de espesor que aparece después del contacto mecánico entre las unidades *Pizarras y Calizas de Renanué*. La muestra **Re⁰⁴** está tomada en los 35 cm superiores.

Por encima, se encuentra un conjunto masivo de caliza gris oscura (que comprende los tramos -8 al 0), que se amalgaman y lateralmente pueden acuñarse. Están caracterizados por tener superficies onduladas (Fig. 4.30).

Tramo (-8): de 50-60 cm de espesor. La muestra **Re (-8)** se sitúa en los 5 cm superiores.

Tramo (-7): de 50-60 cm de espesor. La muestra **Re (-7)** se sitúa en los 10 cm superiores.

Tramo (-6): de 35-40 cm de espesor. La muestra **Re (-6)** se sitúa en los 7-10 cm superiores.

Tramo (-5): color gris más azulado, de 10-12 cm, subdivisibles en capas

lenticulares finas. La muestra **Re (-5)** se tomó en toda la capa.

Tramo (-4): de 25-30 cm de espesor, superficie irregular.

Tramo (-3): de 40 cm de espesor, superficie irregular. La muestra **Re (-3)** está tomada en los 5-6 cm superiores.

Tramo (-2): de 10-14 cm de espesor, poca continuidad ya que lateralmente se acuña. Superficie oquerosa, ligeramente karstificada. Muestra **Re (-2)** tomada en todo el tramo.

Tramo (-1): de 10-15 cm de espesor. Lateralmente se acuña a 0. Muestra **Re (-1)** en todo el tramo.

Tramo 0: de 9-10 cm de espesor. La muestra **Re 0** está tomada en todo el tramo.

Tramo 1: Conjunto de caliza gris, de 120 cm de potencia. Base ondulada y techo ligeramente alabeado que lateralmente se subdivide en una serie de bancos. En los 5 cm de base del tramo, se ha tomado la muestra **Re 1**.



Fig. 4.30 Aspecto de campo de los tramos inferiores (Re⁰⁴ al Re1) de la sucesión de Renanué.

Tramo 2: Caliza gris clara, encrinítica de 18 cm de espesor. Separado del anterior por 6-7 cm de margo-caliza, ocre-parda, de superficies irregulares. La muestra **Re 2** está tomada en todo el tramo (Fig. 4.31).

Tramo 3: Caliza gris clara, de unos 15 cm de espesor. Superficies onduladas. La muestra **Re 3** está tomada en todo el tramo.

Tramo 4: Caliza gris oscura, de unos 64 cm de espesor, superficies alabeadas. Diferenciable en 6 capas. Se tomaron 2 muestras.

Re 4: La muestra situada en los 18 cm superiores del tramo (las dos últimas capas).

Re 4+30/00: Muestra que corresponde a la tercera capa, de 10 cm de espesor, situada a 30 cm encima de la base.

Tramo 5: Caliza gris oscura de 23 cm. Superficies onduladas. La muestra **Re 5** está localizada en los 5 cm superiores. Presencia de pirita y calcopirita. Por encima, hay un nivel de 10 cm, de margo-caliza gris oscura con fósiles.

Tramo 6: Caliza gris de 6-8 cm. de espesor; se observan estructuras de bioturbación. La muestra **Re 6** fue tomada en todo el tramo.

Tramo 7: Caliza gris de unos 25 cm. La muestra **Re 7** se tomó en los 17 cm superiores.

Tramo 8: Caliza gris-negra de hasta 10 cm con superficies irregulares. La muestra **Re 8** se tomó en todo el tramo.

Tramo 9: Caliza gris masiva de unos 17 cm, con superficies irregulares. Hay restos de minerales como pirita. Se tomaron dos muestras.

Re 9: Muestra en todo el tramo.

Re 9⁰²: Muestra que procede de los 14 cm inferiores.

Tramo 10: Caliza gris de unos 23 cm de espesor, con techo ondulado. La muestra **Re 10** está tomada en los 18 cm superiores.

Siguen, interestratificados, unos 8 cm de caliza margosa.

Tramo 11: Banco de caliza gris, de 30-35 cm de espesor, con superficies onduladas.



Fig.4.31 Aspecto de campo de los tramos inferiores (Re2 al Re11) de la sección Renanué.

La muestra **Re 11** procede de la base, en los 5 cm inferiores. Se observan procesos de limonitización y piritización local.

Tramo 12: Caliza gris margosa de unos 25 cm de espesor, con superficies onduladas. La muestra **Re 12** fue tomada en todo el tramo.

Tramo 13: Caliza grisácea parcialmente margosa de unos 13 cm de espesor, con superficies onduladas. La muestra **Re 13** procede de los 10 cm inferiores.

Tramo 14: Banco de caliza de espesor variable, hasta 35 cm, con superficies irregulares y con alguna cicatriz interna.

Tramo 15: Banco de 20 cm de caliza gris masiva, con superficies onduladas y estructuras de bioturbación. La muestra **Re 15** fue tomada en todo el banco.

Tramo 16: Caliza margosa de 12 cm de espesor, gris pardo-oscuro, con superficies onduladas y estructuras de bioturbación. La muestra **Re 16** fue tomada en todo el tramo. Por encima, un interestrato margoso de hasta 2 cm.

Tramo 17: Banco de caliza gris clara de unos 20 cm de espesor. La muestra **Re 17**, fue tomada en los 7 cm superiores.

Tramo 18: Caliza gris, tableada de unos 20-21 cm. La muestra **Re 18** fue tomada en todo el tramo.

Tramo 19: caliza gris de 12 cm de espesor, cuya base, es margo-calcárea ocre. Divisible en 2 capas: una de 6,5 cm y otra, 5,5 cm. Se observan estructuras de bioturbación. Se tomaron dos muestras.

Re 19: Muestra de todo el tramo.

Re 19/00U: Muestra de la capa superior con abundantes fósiles.

Tramo 20: Capa de caliza gris de hasta 6 cm, con superficies onduladas. Se tomaron dos muestras: **Re 20** y **Re 20'02**, en todo el tramo. Interestrato de 2 cm de margas con la capa 21.

Tramo 21: Caliza gris de unos 13 cm de espesor. La muestra **Re 21** fue tomada en todo el tramo. (Fig. 4.32)

Tramo 22: Caliza margosa gris de unos 5 cm. La muestra **Re 22** fue tomada en todo el tramo. Por encima, un interestrato margoso de unos 2,5 cm.

Tramo 23: Caliza gris de unos 23 cm con superficies onduladas. Base formada por margas ocre-amarillas, de hasta 3 cm. La muestra **Re 23** fue tomada en todo el tramo.

Tramos medios (Figs. 4.33 - 4.36):

Tramo 24: Banco calizo potente, bien diferenciados por superficies onduladas, de unos 50 cm de espesor, de aspecto margoso, de colores claros y algo alterado. A techo, se continua con una capa de marga calcárea gris-amarillenta. La muestra **Re 24**, fue tomada entre los 15-35 cm. La bioturbación es muy frecuente.

Tramo 25: Caliza gris-negra de unos 52 cm de espesor, que lateralmente se diferencia en varias capas. Base, de margas calcáreas, ocre y de superficie ondulada; techo, ligeramente más margoso. La muestra **Re 25**, fue tomada en los 20 cm inferiores. Se observan estructuras de bioturbación (ver Fig. 4.34). Este tramo coincide con la muestra 20 de Boersma (1973).

Tramo 26: Caliza margosa alternando con caliza gris ocre, de unos 170 cm de potencia, con la base ondulada. En total, se diferencian lateralmente 6 capas: las dos primeras, de 30 y 15 cm con superficies alabeadas, les sigue otra capa de 35 cm más masiva; por encima, una capa margosa, ondulada y negra de 20 cm. Suprayacente a ellas, una capa de 25 cm de superficie tableada y finalmente, otra de 42 cm más margosa que la anterior con presencia de piratas. A techo, termina, con material más margoso muy irregular. Se tomaron 2 muestras.

Re 26: Muestra tomada en los 10 cm inferiores. Por encima, es más margosa; **Re**



Fig. 4.32 Aspecto de los tramos inferiores e intermedios (Re20 al Re25) de la sección Renanué. La muestra del tramo 25 coincide con la muestra 20 (en blanco) de Boersma (1973).

26/00: Muestra tomada en un nivel de 10 cm cuyo techo se sitúa a 46 cm del techo del tramo.

Entre los tramos 26 y 27, hay una capa de 20 cm de caliza margosa-ocre.

Tramo 27: Caliza gris de 15 cm, base margosa ocre, ondulada, lateralmente tableada.

Re 27: muestra tomada en todo el tramo. Abundantes estructuras de bioturbación;

Re 27/00: Otra muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 28: Caliza gris-ocre, margosa, de 12 cm de espesor. Superficies onduladas muy irregulares. La muestra **Re 28** fue tomada en todo el tramo.

Tramo 29: Caliza margosa gris, de unos 30 cm. de espesor, superficies onduladas y tableadas irregulares. Presencia de piritas y calcopiritas.

La muestra **Re 29** fue tomada en los 15 cm inferiores.

Tramo 30: Caliza gris claro de unos 30 cm, más calcáreo que el anterior y de aspecto nodular.

Re 30: Muestra tomada en los 15-16 cm superiores. Bioturbación muy intensa.

Re 30/00: Muestra en los 8 cm inferiores.

Tramo 31: Caliza gris de unos 35 cm de espesor, superficie con base irregular y ligeramente ondulada. Interestratos de marga calcárea ocre amarilla, estratificación ondulada. La muestra **Re 31** está tomada en los 10 cm superiores. Bioturbación intensa. Interestrato margoso de 5 cm.

Tramo 32: Caliza margosa gris, de unos 35 cm, subdividida lateralmente en dos capas de 25 y 10 cm, con superficies onduladas; en algún punto es más margosa, por tanto se presenta una estructura caótica. Estructura laminar a techo. La

muestra **Re 32** fue tomada en la capa superior de 10 cm con nódulos de conchas.

Tramo 33: Caliza gris, algo margosa de 20-35 cm, lateralmente (hacia el N.) disminuye en potencia y es más margosa. La muestra **Re 33** fue tomada en los 12 cm inferiores. En niveles margosos predominan pirritas oxidadas. (Fig. 4.35)

Este tramo corresponde a la muestra 21 de Boersma (1973).

Por encima, sigue un interestrato margo-calizo ocre de 7-20 cm.

Tramo 34: Banco de unos 30 cm de marga calcárea-caliza margosa ocre y gris alternantes, superficies irregulares. La muestra, **Re 34** situada a 10 cm de la base, hay estructuras de bioturbación.

Tramo 35: Caliza margosa gris, de 60 cm de potencia. Base y techo irregular.

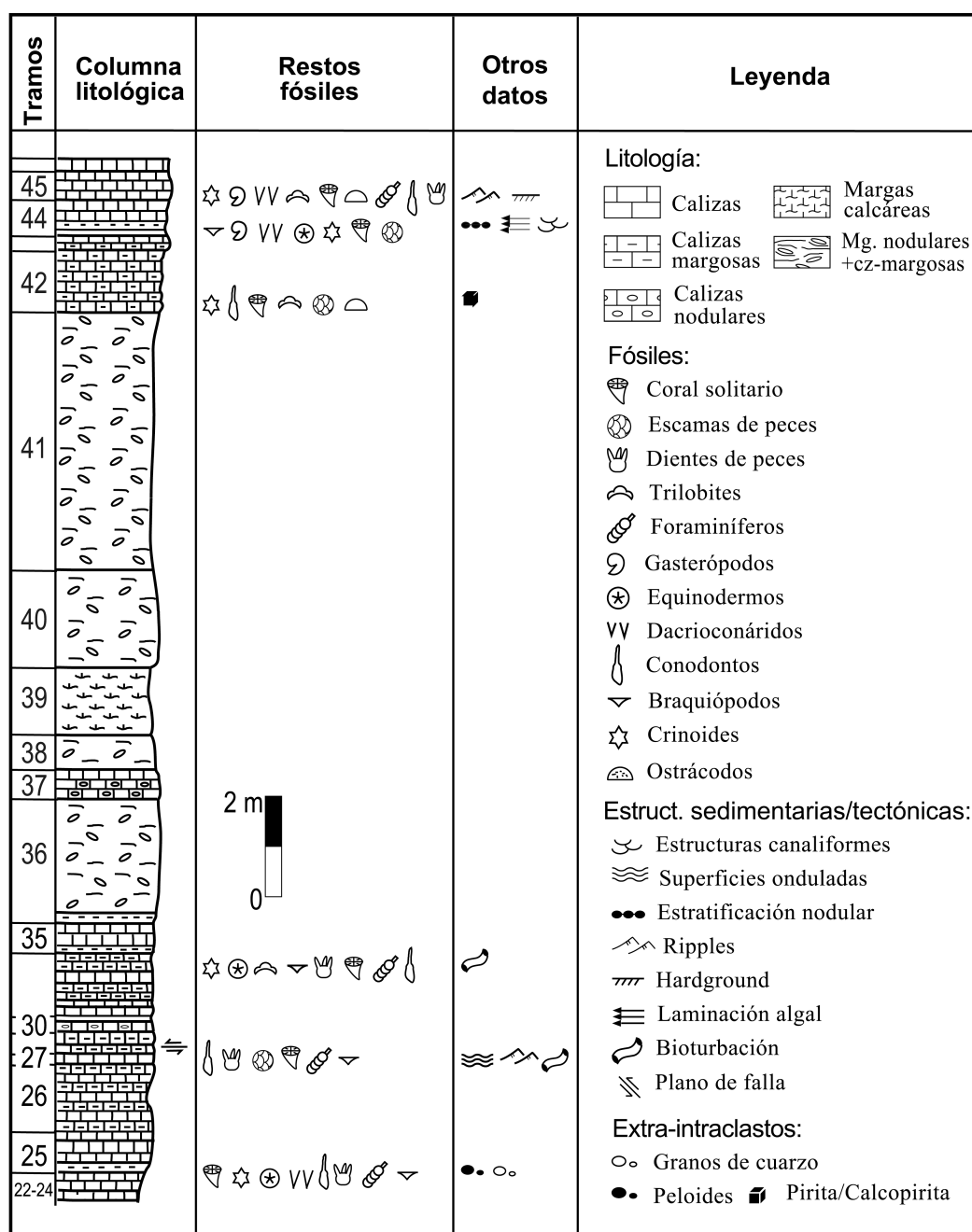


Fig. 4.33 Vista detallada de la sección Renanué de los tramos medios (Re24 al Re45) junto a la leyenda.



Fig. 4.34 Aspecto de campo de los tramos medios (Re25 al Re35) de la sección Renanué. Longitud de la Vara de Jacob 150 cm.

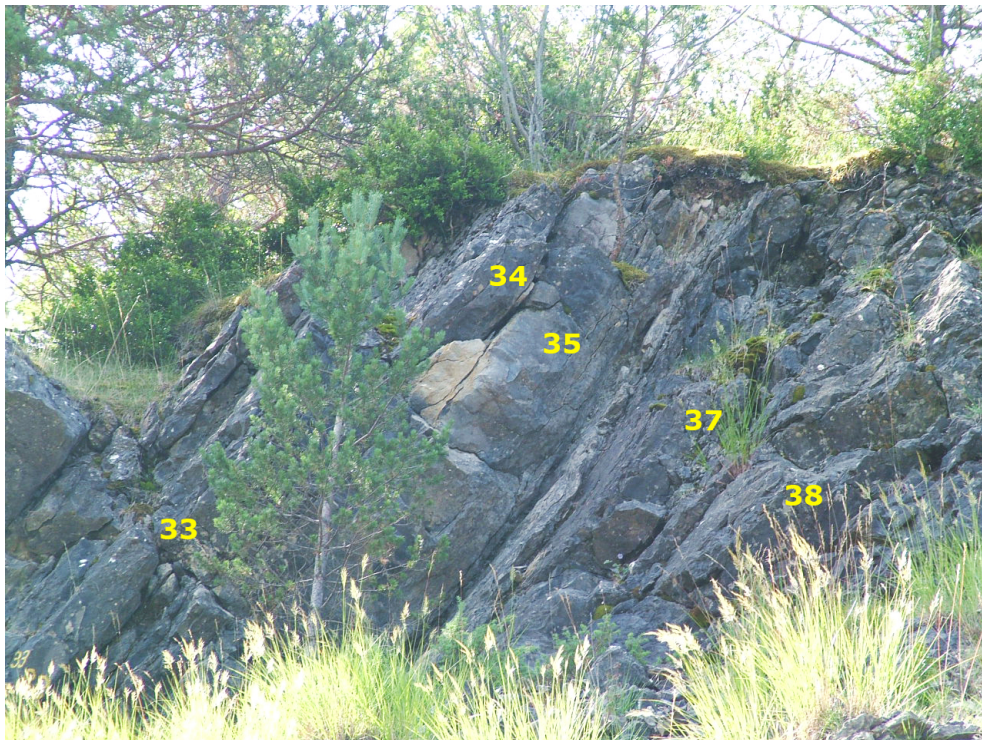


Fig. 4.35 Aspecto de campo de los tramos medios (Re33 al Re38) de la sección Renanué.

Entre las capas 35 y 36 hay un interestrato margoso amarillo, de 10 cm de espesor, con nódulos pequeños oxidados y fragmentos de conchas.

Tramo 36: Conjunto potente de unos 250 cm, de caliza más margosa, gris oscura, masivo, con cierta tendencia a estructura nodular. Base, constituida por unos 10 cm de margas, de superficie ondulada.

Re 36_{base}: Muestra en los 10 cm inferiores; **Re 36_{mid.}:** Muestra tomada entre los 80 y 92 cm. Acumulación de cuarzo.

Tramo 37: Caliza gris, de 60 cm de espesor, de estructura laminar, de superficie irregular y con ripples a techo. La muestra **Re 37**, se tomó entre los 40-50 cm.

Tramo 38: Caliza margosa, de 70 cm de espesor. Estructura nodular calcárea. La muestra **Re 38** está tomada en los 5 cm inferiores. Piritización local.

Entre el 38 y 39 hay un débil interestrato margoso o casi cubierto de pocos centímetros que lateralmente se acuña.

Tramo 39: Conjunto de unos 140 cm, calcáreo, gris claro-amarillo, de aspecto masivo, de superficie irregular; base margosa ocre. Textura laminar, diferenciada en 2 bandas, una, más oscura con fragmentos bioclásticos, como la muestra **Re 39** y otra, más clara, con granos más finos; La muestra **Re 39** fue tomada entre los 20-30 cm con acumulación de minerales de pirita.

Tramo 40: Nivel de 200 cm margoso, con nódulos calcáreos grises. Superficie de base ondulada irregular con huecos de disolución parcial de nódulos, todavía se conservan los nódulos. Minerales de piritas y calcopiritas sin oxidar.

La muestra **Re 40**, fue tomada entre los 50-60 cm.

Tramo 41: Conjunto de margas ocre-grisáceo, de unos 550 cm de espesor, con nódulos calcáreos grises claros; éstos, forman una concentración de carbonatos dentro de un sedimento detrítico algo carbonatado, sin ninguna orientación clara

ni tramos definidos. Cristales de piritas y calcopiritas frecuentes; El techo está algo tectonizado, con estrías de deslizamiento capa a capa y vetas de calcita. Se tomaron tres muestras.

Muestra **Re 41_{base}:** situada entre los 30-38 cm;

Muestra **Re 41_{abc},** corresponde al nivel donde se concentran los nódulos calcáreos;

Muestra **Re 41_{top}:** situada entre los 500-510 cm. Gran aportes de cuarzo.

Tramo 42: Caliza-margosa gris clara de unos 125-130 cm. La superficie de la base es casi plana, y presenta una pátina roja muy dispersa y aislada. Acumulación de calcopiritas. Corresponde a la muestra 24 de Boersma (1973). Ver Fig. 4.36.

Re 42: Muestra, situada en los 25 cm inferiores;

Re 42'⁰⁴: Muestra situada a 100-112 cm de la base del tramo.

Tramo 43: Caliza-margosa gris de 25-30 cm. Superficie de base plana, algo irregular, con pátina continua oxidada. Techo ondulado. Interestrato margoso de 2 cm.

Re 43: Muestra, tomada en los 15 cm inferiores;

Re 43'⁰⁴: Muestra en los 13 cm inferiores.

Tramo 44: Caliza gris de unos 60 cm. Se reconocen 2 bancos, el inferior (a), de 45 cm y el superior (b), de 15 cm. En la base se reconoce una estructura de tipo "lag de conchas" y por encima hay una capa algo margosa, de aspecto nodular y en forma de cicatriz y acompañada de una pátina de hierro; ésta desaparece lateralmente. La superficie de base es algo ondulada e irregular y con pátina amarilla. Se tomaron 3 muestras. (Fig. 4.36)

Re 44: La muestra está situada en los 8 cm inferiores. Acumulación de restos de conchas con envueltas concéntricas, de origen algal; **Re 44a:** Muestra que procede de los 10-12 cm inferiores del banco a;

Re 44b: Muestra en los 4-5 cm inferiores del banco b.



Fig. 4.36 Aspecto de campo de los tramos medios (Re41 al Re46) de la sucesión de Renanué.

Interestrato margoso de 2 cm de color ocre.

Tramo 45: Banco de 60 cm de caliza gris. Base con ripples y hard-ground bien desarrollado. Pátina superficial más margosa, sobre todo a techo.

Re 45: Muestra situada en los 8 cm inferiores.

Tramo 46: Caliza gris de 28 cm. Base de hard-ground bien desarrollada, durante casi todo el banco. Sucesivas laminaciones de fragmentos de conchas.

La muestra **Re 46**, procede de los 8 cm inferiores.

Tramo 47: Caliza gris, de unos 90 cm de espesor. Base ondulada erosiva con hard-ground. Los 10 cm de techo son de caliza-margosa que pasa a más margosa superiormente; el techo es ondulado con ripples. Interestrato margoso ocre de hasta 6 cm. La muestra **Re 47** tomada en los 20 cm inferiores. En esta parte, la sucesión está básicamente tectonizada y es difícil seguir y trazar bancos, aspecto que se

acentúa en este tramo. Interestrato margoso ocre de hasta 5 cm.

Tramo 48: Conjunto potente de caliza-margosa gris-ocre, de unos 90 cm con nódulos en la base que pasa a caliza más masiva a techo, de base irregular con marcas de conchas y pátina de óxido. En los 20 cm inferiores, se ha tomada la muestra **Re 48**.

Tramo 49: Banco de caliza gris-negra de 30 cm que a techo se hace más margoso y está erosionado por la siguiente capa de caliza-margosa o margo-caliza negra. Base de superficie plana, con ripples y a techo también, pero con erosión. La muestra **Re 49**, está localizada en los 10 cm inferiores. Se observan estructuras de bioturbación.

Tramo 50: Conjunto de 100 cm de margo-caliza gris oscura negra con zonas más grises (carbonatos). Aspecto masivo, canaliforme, que llega incluso a dividirse en 3 bancos lateralmente. Tiene oquerosidades escasas. Superficie de techo muy poco irregular. En el último banco, en los 8

cm superiores, se tomó la muestra **Re 50**. Interestrato margoso de 1 cm.

Tramo 51: Tramo de 50 cm de caliza gris, de base plana. A techo, hay 3,5 cm de marga ocre tableada y 8 cm de caliza gris oscura, de superficie ondulada con ripples. La muestra **Re 51** se tomó en los 8 cm superiores.

Tramo 52: Unos 60 cm de margas. Margo-caliza negra, en la parte inferior, de superficie ondulada y marga gris-amarillenta, en los 25 cm superiores, muy tableada, irregular y ondulada. La muestra **Re 52** está tomada en los 25 cm superiores.

Tramo 53: Banco de 90 cm de caliza gris clara, aspecto masivo, subdivido en 3 bancos. Superficies de techo y base onduladas e irregulares. La muestra **Re 53** está localizada entre los 49-63 cm.

Tramo 54: Unos 100 cm de margo-caliza gris-amarillo, base ondulada con ripples. Se pueden diferenciar bancos. Techo muy irregular. Bioturbación intensa. Niveles oxidados. Dos muestras fueron tomadas.

Re 54: Muestra, situada entre los 50 y 60 cm de la base; **Re 54'⁰⁴**: Muestra tomada en los 26 cm inferiores.

Tramos superiores (Figs. 4.37 - 4.40):

Tramo 55: Unos 360 cm de caliza-margosa y marga-calcárea gris-ocre, base lisa algo ondulada (ripples) con alguna irregularidad, se puede diferenciar varios niveles, de 70-90 cm. El aspecto general es masivo. Este intervalo, debido a movimientos pedogenéticos y tectónicos (que trastocan) se ha estudiado más en detalle, tomándose muestras desde la base en los diferentes niveles. Ver Fig. 4.38

En total fueron tomadas 8 muestras que se detallan a continuación:

Re 55: Muestra tomada entre los 10 y 30 cm de la base (del primer paquete). Corresponde a la muestra 26 de Boersma (1973).

55+50/00: muestra situada entre 50-61 cm de la base del tramo 55.

55+80/00: muestra situada entre 80-91 cm de la base del tramo 55.

55+130/00: muestra situada entre 130-135 cm de la base del tramo 55.

55+180/00: muestra situada entre 180-200 cm de la base del tramo 55.

55+260/00: muestra situada entre 260-270 cm de la base del tramo 55.

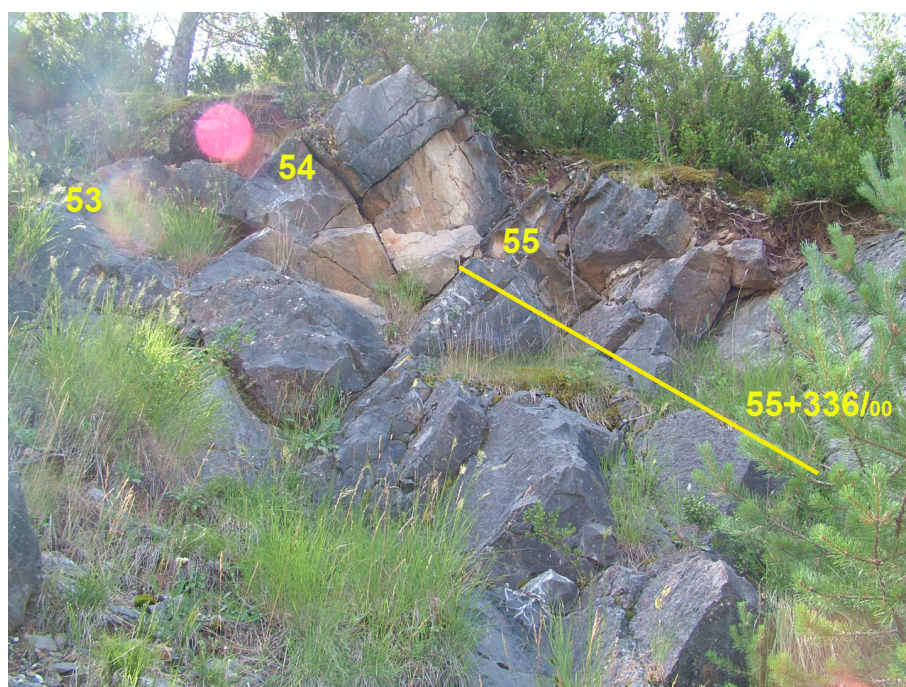


Fig. 4.37 Aspecto de campo de los tramos medio-superiores (Re53 al Re55) de la sucesión de Renanué.

55+300/00: muestra situada entre 300-320 cm de la base del tramo 55.

55+336: muestra situada entre 336-347 cm de la base del tramo 55.

Tramo 56: Banco de 27 cm caliza-margosa gris encrinítica, de superficie ondulada. La base con ripples y el techo irregular, erosionado y ondulado. Se han tomado 4 muestras. (Fig. 4.39)

Re 56: Muestra situada en los 8 cm superiores. En general, en este nivel, la preservación de los restos es muy buena.

55+360/00: Muestra tomada en los 12 cm inferiores.

Re 56/01: Muestra tomada en los 13 cm inferiores.

Re 56'02: Muestra tomada en los 8 cm superiores, equivalente a la Re56.

Tramo 57: Caliza margosa gris, encrinítica, de 9 cm de espesor y de superficies onduladas en la base y en el techo.

Re 57: Muestra tomada en todo el tramo; **Re 57'04:** Otra muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 58: Caliza gris oscura de 20-23 cm de espesor. Corresponde a la muestra 27 de Boersma (1973). En total, se tomaron cuatro muestras.

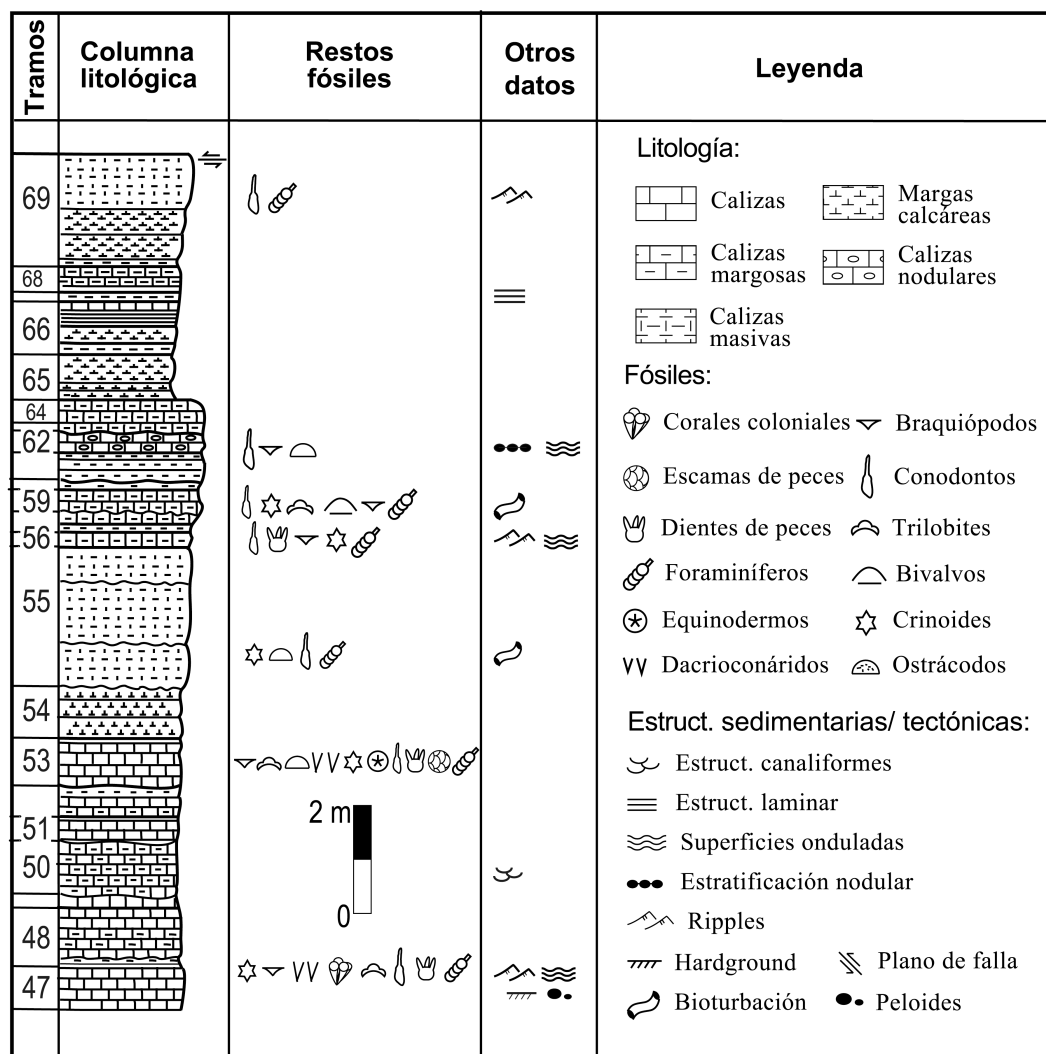


Fig. 4.38 Vista detallada de la sección Renanué de los tramos medios-superiores (Re47 al Re69) junto a la leyenda.

Re 58: Muestra situada en los 5-6 cm superiores. Bioturbación intensa.

Re55+420/00: Muestra tomada en los 14 cm superiores; **Re 58/00:** Muestra tomada en todo el tramo; **Re 58'04:** Otra muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 59: Caliza gris oscura, de 50 cm de espesor. Por encima, un interestrato margoso de unos 4 cm. Son 3 muestras tomadas en este tramo.

Re 59: Muestra situada en los 5 cm del superiores; **Re 55+460/00:** Muestra situada en los 15 cm superiores; **Re 59'04:** Muestra tomada en los 24 cm inferiores.

Fig. 4.39 Aspecto de los tramos superiores (Re56 al Re64).



Tramo 60: Banco de 10 cm de caliza-margosa, base muy ondulada.

Re 60: Muestra de todo el tramo; **Re 60'02:** Otra muestra tomada en todo el tramo.

Desde las capas 56 a la 60, las muestras tomadas corresponden a "rocas encrinadas".

Tramo 61: Banco potente de 50 cm. Techo ondulado por ripples y más margoso. Estas dos últimas capas (60-61) lateralmente pasan a margo-caliza grises más masivas. Se han tomado 3 muestras.

Re 61: Muestra situada en los 6 cm superiores;

Re 55+533/00: Muestra que se sitúa en los 12 cm inferiores.

Re 61'02: Otra muestra tomada en los 6-7 cm superiores.

Tramo 62: Caliza margosa gris azulada, de unos 36-40 cm. de espesor. La base es más margosa, con ripples y de superficie irregular o hardground. Se podría subdividirse en 3 capas; en total se han tomado 4 muestras, tres de ellas corresponden al banco inferior.

Re 62: Muestra correspondiente a los 8 cm inferiores;

Re 55+650/00: Muestra tomada en los 12 cm inferiores.

Re 55+675/00: Muestra tomada en los 12 cm superiores;

Re 62'02: Muestra que abarca desde los 2 hasta 18 cm inferiores.

Tramo 63: Caliza-margosa de 22 cm de espesor, de similar características al anterior.

Re 63: Muestra tomada en los 10 cm inferiores.

Tramo 64: Caliza margosa de 46 cm , base ondulada con ripples. La muestra **Re 64**, en los 10 cm inferiores. Intensa bioturbación.

Tramo 65: Alternancia de margas y calizas de 90 cm de espesor donde se llegan a diferenciar 4 capas, pero sin continuidad lateral. En la superficie de estas capas de 10 cm de espesor (las 3 primeras) y 60 cm en la última, se aprecia un hardground bien desarrollado, con pátina rosa muy erosionado. La muestra **Re 65**, situada en los 10-15 cm inferiores de la última capa, exhibe secciones de conchas aisladas. Superficies onduladas erosivas. Ver Fig. 4.40

Tramo 66: Margo-caliza de 100 cm de similar aspecto al anterior, pero superficie algo margosa. El tramo es algo tableado. Superficie basal en hojuelas de margas. La muestra tomada **Re 66**, se sitúa en los 7-8 cm inferiores.

Tramo 67: Margo-caliza gris de 20 cm, base irregular y hardground. La muestra tomada **Re 67** se sitúa en los 10 cm inferiores.

Tramo 68: Caliza-margosa gris-azulada de 60 cm, superficie irregular, incluso lateralmente se desarrolla una superficie incipiente de hardground y a techo hay 10-12 cm más margosos y caóticos. La muestra **Re 68**, se tomó en los 4 cm inferiores.

Tramo 69: Intervalo de 200 cm que puede subdividirse en dos, el inferior, de 100 cm, es margo-caliza gris, con ripples en la base, color rosado con restos de conchas; y el superior, comienza con caliza gris masiva, recristalizada que lateralmente pasa a margo-caliza y acaba con 10 cm más margoso y de tonalidad rosácea.

Re 69: Muestra, localizada en los 18 cm inferiores; **Re 69top:** Muestra situada entre los 120-125 cm encima de la base.



Fig. 4.40 Otro aspecto de los tramos últimos (Re65 al Re69).

| Campaña 1987 | | | | | Campaña 2000 | | | | | Campaña 2001 | | | | | Campaña 2002 | | | | | Campaña 2004 | | | | | Campaña 2005 | | | | |
|-----------------------|--------|-------|--------|---------|--------------|--------|-------|--------|---------|--------------|--------|-------|--------|---------|--------------|--------|-------|--------|---------|--------------|--------|-------|--------|---------|--------------|--|--|--|--|
| Muestras | Condol | otros | microf | Peso Kg | Muestras | Condol | otros | microf | Peso Kg | Muestras | Condol | otros | microf | Peso Kg | Muestras | Condol | otros | microf | Peso Kg | Muestras | Condol | otros | microf | Peso Kg | | | | | |
| Re 1 | * | | 2 | 17 | | | | | | Re (-5) | * | | | 8,8 | | | | | | 5 | Re(-8) | * | | 2 | | | | | |
| Re 2 | * | * | 1 | 4,7 | | | | | | Re (-3) | * | | | 2 | | | | | | | Re(-7) | * | | 1,5 | | | | | |
| Re 3 | * | * | 2 | 6,2 | | | | | | Re (-2) | * | | | 5,3 | | | | | | | Re(-6) | * | | 1,9 | | | | | |
| Re 4 | * | * | 2 | 5,1 | Re4+30/00 | | | | 5,1 | Re (-1) | * | | | 1,8 | | | | | | | | * | | | | | | | |
| Re 5 | * | * | 2 | 2,2 | | | | | | Re 0 | * | | | 6,62 | | | | | | | | * | | | | | | | |
| Re 6 | * | * | 2 | 2,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 7 | * | * | 2 | 3,96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 8 | * | * | 1 | 1,98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 9 | * | * | 1 | 11,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 10 | * | * | 1 | 3,2 | | | | | | | | | | | Re 9'02 | * | | | | | | | | | | | | | |
| Re 11 | * | * | 2 | 5,32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 12 | * | * | 1 | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 13 | * | * | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 15 | * | * | 1 | 8,06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 16 | * | * | 1 | 4,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 17 | * | * | 1 | 1,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 18 | * | * | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 19 | * | * | 1 | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 20 | * | * | 1 | 11,9 | | | | | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 21 | * | * | 1 | 9,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 22 | * | * | 1 | 3,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 23 | * | * | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 24 | * | * | 2 | 8,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 25 | * | * | 2 | 1,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 26 | * | * | 1 | 7,1 | Re26'00 | | | | 2 | 2,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 27 | * | * | 1 | 4 | Re27'00 | | | | 1 | 4,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 28 | * | * | 1 | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 29 | * | * | 1,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 30 | * | * | | | Re 30'00 | * | * | | 1,38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 31 | * | * | 1 | 9,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 32 | * | * | | 5,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 33 | * | * | | 5,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 34 | * | * | | 5,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 36 ^{base} | * | * | | 2,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re 36 ^{mid} | * | * | 1 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 4.41. Listado de muestras tomadas en sucesivas campañas de la sucesión de Renanué desde los tramos basales hasta los tramos medios.

[illegible]

Fig. 4.42. Listado de muestras tomadas en sucesivas campañas de la sucesión de Renanué desde los tramos medios hasta los tramos superiores.

4.4.1. Sucesión de Compte.

La sucesión de Compte (CP) se encuentra en la Sierra de Bourmot (Baix Pallars), en la antigua carretera N-260 entre las localidades de Pobla de Segur y Sort. Ésta se sitúa en la margen derecha del río Noguera-Pallaresa, a 1,4 Km. al N. de la población de Gerri de La Sal. (Ver fig. 4.43A y B). Los materiales de esta sucesión abarca desde el Lochkoviense (Devónico Inferior) hasta el Fameniense (Devónico Superior). El intervalo estudiado aquí comprende desde el Givetense basal al Frasnense basal que equivale a parte del corte 03 de Boersma (1973: 307). Estos materiales corresponden a la Fm. Comabella, dentro de la Subfacies Compte.

El gran potencial de esta sucesión fue puesto de manifiesto por los Profs. Valenzuela Ríos y Klapper, el primero realizó un muestreo inicial en 1990, tomando 19 muestras a lo largo de la sucesión, de las cuales 4 (CP3-33 a CP3-36), pertenecen al intervalo estudiado.

Posteriormente, ambos estudiaron las faunas de conodontos en una estancia

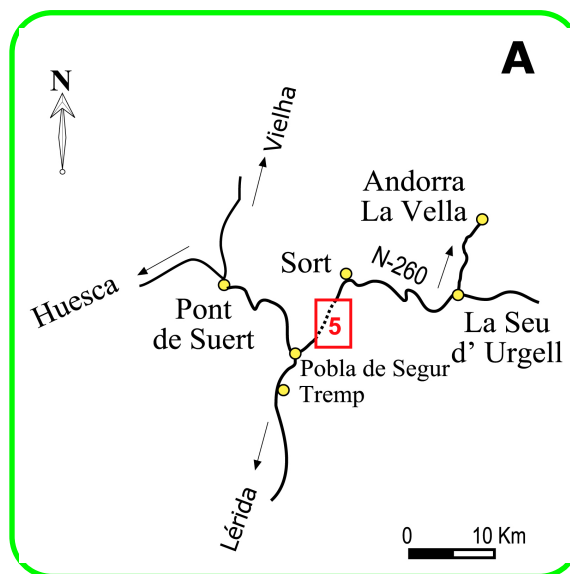


Fig. 4.43 A: Situación geográfica de la sucesión de Compte (5).

conjunta en Iowa en 1991, y se dieron cuenta de la importancia de esta sección y de la necesidad de emprender un estudio detallado de la misma. Este estudio comenzó a principios del s XXI, con varias campañas de muestreo exhaustivo y detallado (Figs. 4.60 - 4.63) para analizar el Givetense y la parte inferior del Frasnense.

En las tres campañas principales (2001, 2002 y 2004) se describió en detalle la columna estratigráfica y se tomaron las muestras de conodontos y las destinadas a la realización de láminas delgadas para la caracterización litológica de los materiales principales. Además se realizaron campañas puntuales en los años siguientes para tomas específicas de muestras y revisión de aspectos litológicos de interés.

En la campaña del 2001, se describió inicialmente la columna estratigráfica, reconociéndose 5 afloramientos

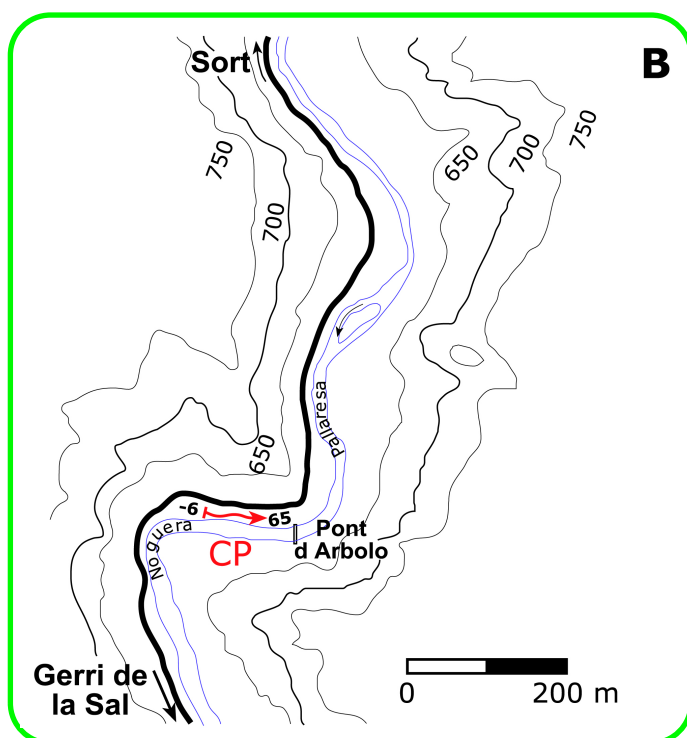


Fig. 4.43 B: Detalle en el mapa topográfico del intervalo estudiado con indicación de los tramos inferior (-6) y superior (65). Intervalo de las curvas de nivel, 50 m. CP: Compte.

separados por intervalos cubiertos: 2 en la ladera y 3 en la cuneta. En esta campaña se tomaron 68 muestras que se indican en el apéndice en color “lavanda”.

En las campañas del 2002, se muestreó en detalle varios niveles con el fin de precisar la sucesión bioestratigráfica y confirmar la correlación estratigráfica entre los tramos situados en la “cuneta” y en la “ladera”: en la cuneta, se muestrearon los intervalos (10-19, 27-28, 46-50 y 58-59) y en la ladera, los intervalos (44-53). Como resultado de estas campañas, se tomaron 36 muestras que se indican en el apéndice en color “azul claro”.

En la campaña del 2004 se buscó acotar los límites entre las distintas biozonas ya identificadas con los datos de las campañas anteriores (Liao *et al.*, 2002) y precisar los rangos de algunos taxones clave; también se analizó en detalle el límite Givetense/Frasniense. En total, se tomaron 38 muestras que se indican en el apéndice en color “verde claro”.

En total, se tomaron 142 muestras para la obtención de conodontos y 55 muestras de roca para la realización de lámina delgada (Figs.4.60 - 4.63).

A continuación, se presenta una vista general del intervalo estudiado y la caracterización de las principales litologías reconocidas en la columna litoestratigráfica que está compuesta por cinco afloramientos parciales (Figs. 4.44 y 4.45).

La sucesión litológica de Compte está compuesta por tramos de calizas grises oscuras y claras, de una potencia aproximada de unos 35 a 40 m. Por sus características litológicas, podemos reconocer 3 tipologías que son:

Tipo 1: caliza gris, tableada y de aspecto masivo superficialmente.

Tipo 2: caliza nodular, de color rojo a rosáceo, de aspecto laminado y de superficies onduladas.

Tipo 3: de característica intermedia, es decir, caliza gris, tableadas y ligeramente nodular.

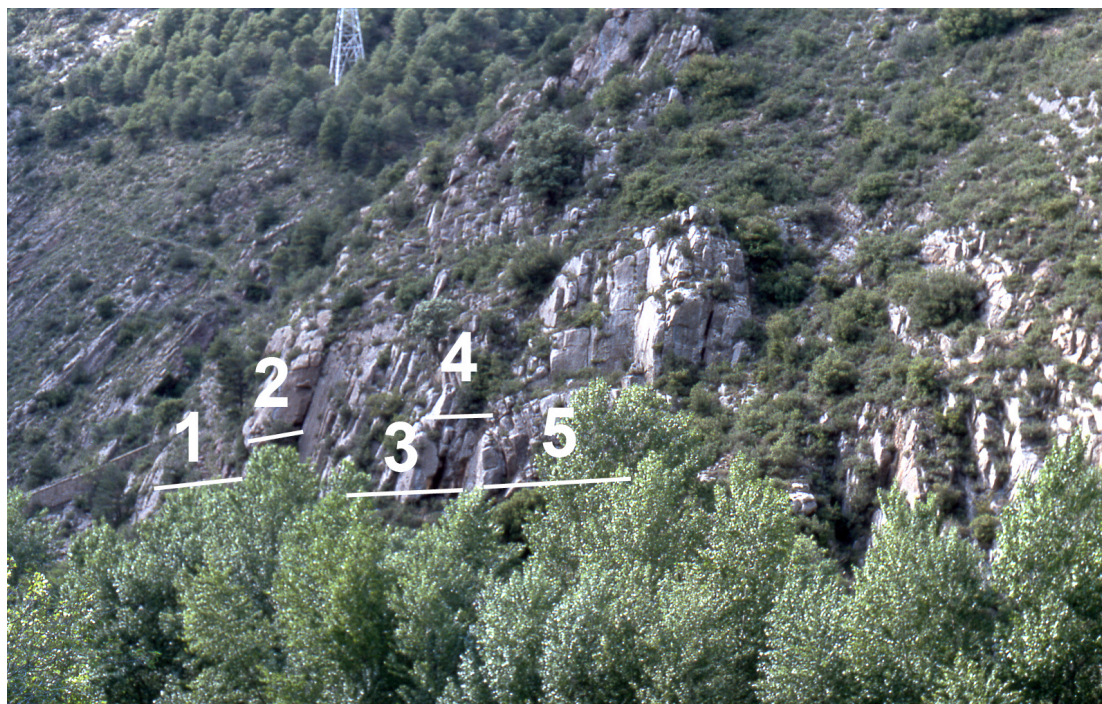


Fig 4.44 Vista panorámica de la sucesión de Compte.

Afloramiento 1: muestreo inicial desde la cuneta. Figs. 4.46 y 4.47.

Constituido por un conjunto de aproximadamente 250 cm de capas de calizas que algunas se subdividen lateralmente y otras se acuñan. En él se han reconocido las 3 tipologías litológicas definidas antes que son:

Tipo 1: Corresponde a los tramos -6, -5 y -4.

Tipo 2: Corresponde a los tramos -3, -2 y 0.

Tipo 3: Corresponde sólo el tramo -1.

A continuación, en orden estratigráfico ascendente se describen en detalle estos tramos:

Tramo (-6): Caliza gris, de 35 cm de espesor. **CP/-6:** Muestra tomada entre los 10 y 20 cm de la base.

Tramo (-5): Caliza gris, de 75 cm de espesor. **CP/-5:** Muestra tomada en los 15 cm inferiores.

Tramo (-4): Caliza gris-azulada, de 58 cm. de espesor. **CP/-4:** Muestra tomada en los 7 cm de la base.

Tramo (-3): Caliza nodular de color rojizo, de espesor de 38 cm. La base es ondulada. **CP/-3:** La muestra se sitúa a 5-6 cm de la base.

Tramo (-2): Banco de caliza nodular, de color rosáceo, de 42 cm de espesor, de aspecto bandeado. **CP/-2:** Muestra tomada a 13 cm del techo del banco inferior.

Entre esta capa y la siguiente, hay una capa de 30 cm de espesor de caliza laminada.

Tramo (-1): Banco potente de caliza gris, de unos 70 cm de espesor, ligeramente nodular e intercalado con unas laminaciones margosas de espesor mm. Base ondulada. **CP/-1:** La muestra es tomada a unos 8-10 cm de la base.

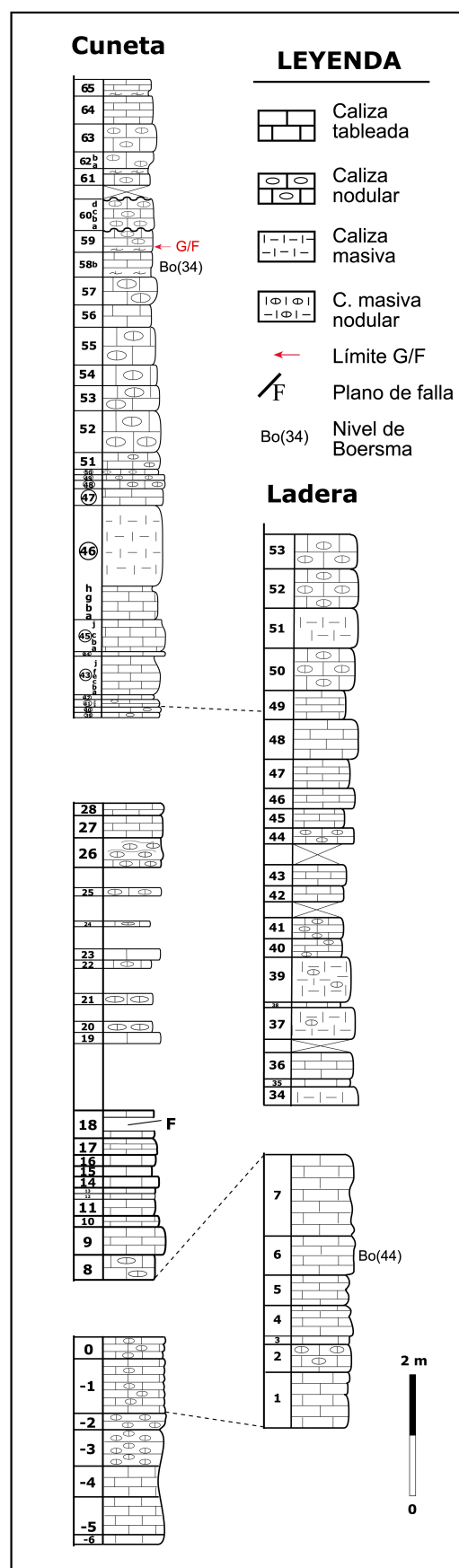


Fig. 4.45: Columna estratigráfica general de la sucesión de Compte.

Tramo 0: Caliza gris nodular, de 30 a 35 cm. CP/0: Muestra situada entre los 10-15 cm inferiores.

Posiblemente los tramos 0 y -1 podrían corresponder con el tramo 1 del afloramiento 2, situada en la ladera.

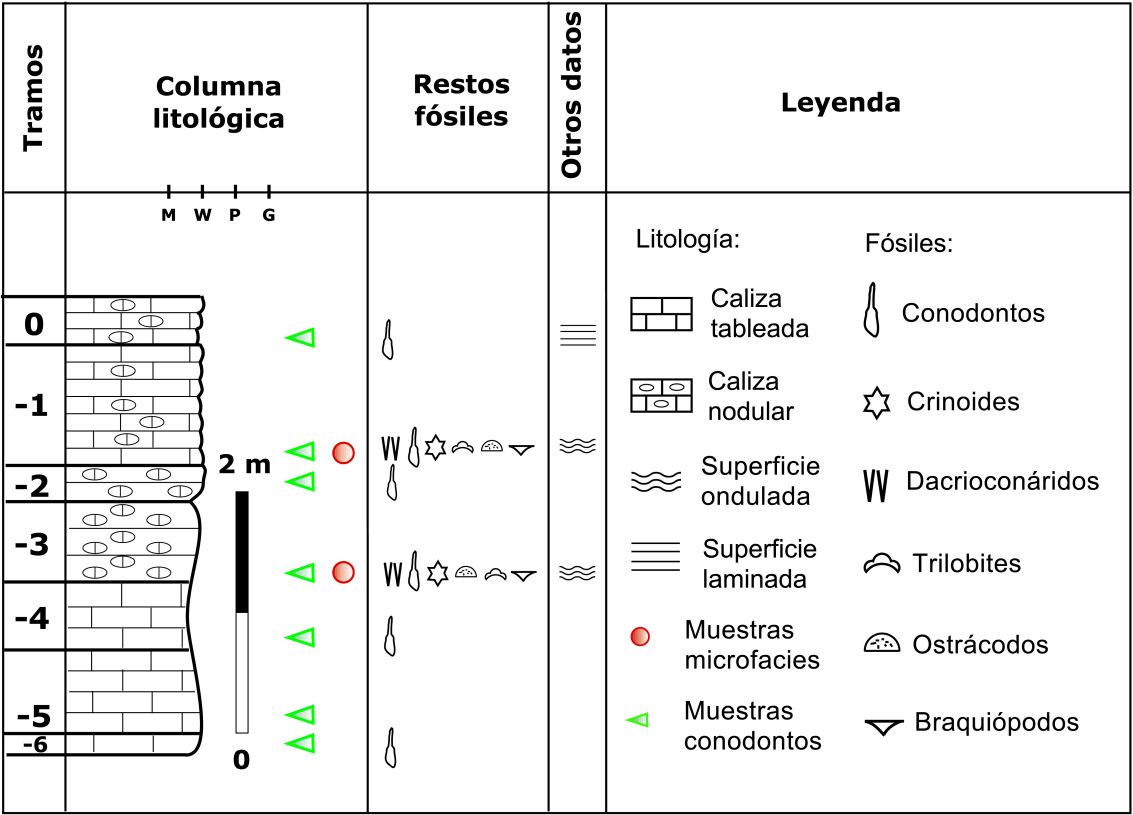


Fig. 4.46. Columna estratigráfica del afloramiento 1 de la sucesión de CP que comprenden los tramos inferiores (-6) al 0 de la cuneta. A su derecha, se indica la leyenda.



Fig. 4.47. Aspecto de los tramos basales del afloramiento 1.

Afloramiento 2: muestreo desde la ladera (ver Figs. 4.48 y 4.49).

Constituido por un conjunto de aproximadamente 500 cm de capas de calizas, de aspecto masivo, que en algunas se subdividen lateralmente y otras se acúñan. En él se han reconocido 2 tipologías litológicas que son:

Tipo 1: Corresponde a los tramos 1, 3, 4, 5, 6 y 7.

Tipo 2: Corresponde al tramo 2.

Por orden estratigráfico ascendente se describen en detalle estos tramos:

Tramo 1: Caliza gris, de 98 cm de espesor, con superficies onduladas. **CP/1:** Muestra posicionada en los 25 cm inferiores.

Tramo 2: Caliza gris, con 50 cm de espesor y de aspecto nodular. **CP/2:** Muestra extraída en los 10 cm inferior.

Tramo 3: Caliza gris, de unos 7-10 cm de espesor, con abundantes faunas (dacrioconáridos, secciones de trilobites y braquiópodos). **CP/3:** Muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 4: Banco de caliza gris claro, de 55-60 cm de espesor que lateralmente se subdivide en varias capas. Las tres muestras tomadas fueron:

CP/4: situada a 34-39 cm de la base;

CP/4b: muestra situada entre los 39-52 cm de la base; **CP/4 top:** en los 7 cm superiores.

Tramo 5: banco de caliza de 60 cm de espesor. **CP/5:** La muestra fue tomada en los 10 cm inferiores.

Tramo 6: conjunto de caliza, de 75 cm de potencia, con superficies onduladas. **CP/6:** Muestra extraída en los 10 cm inferiores con abundantes crinoideos y secciones de trilobites. Este nivel equivale a la muestra 44 de la sección Compté (03) de Boersma (1973).

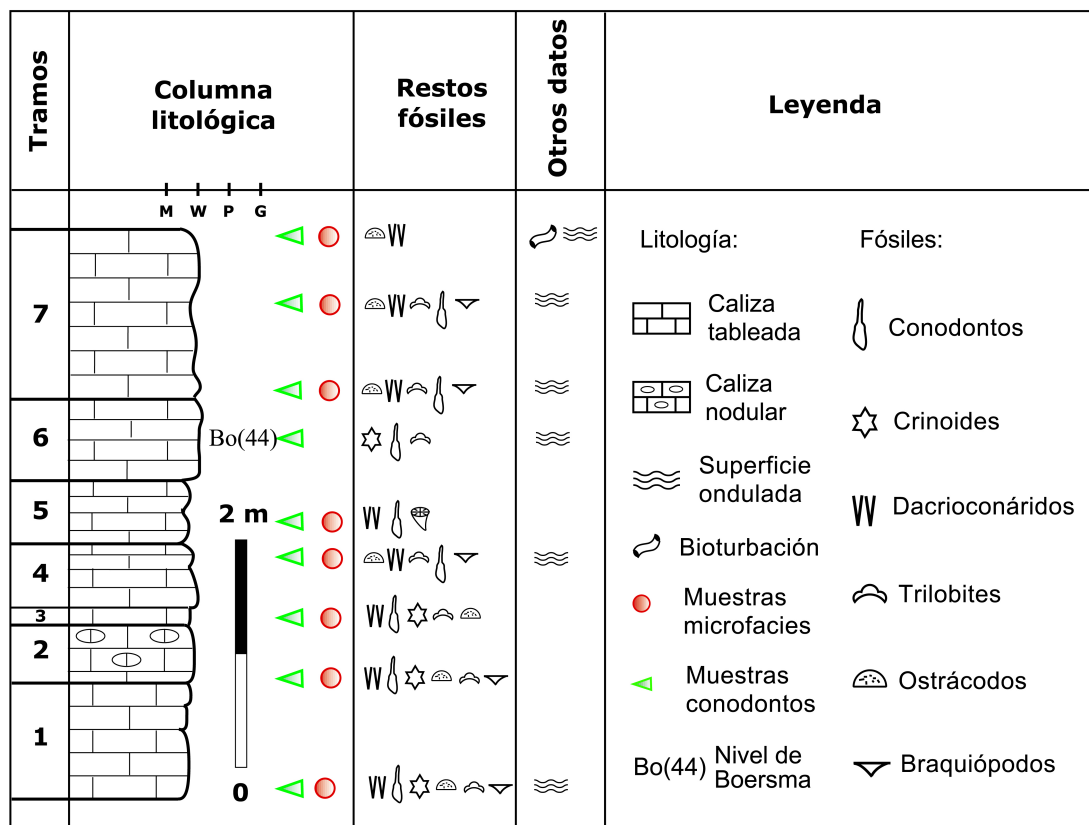


Fig. 4.48. Columna estratigráfica del afloramiento 2 de la sucesión de CP. Comprende los tramos inferiores 1 al 7 de la ladera. Derecha, se indica la leyenda.

Tramo 7: un conjunto de calizas oscuras, de una potencia de 150 cm y de superficies onduladas. A techo, se observan estructuras de bioturbación. El muestreo exhaustivo se realizó en los siguientes puntos:

CP/7: Muestra tomada a unos 6-7 cm de la base; **CP/7_{77-90 cm}**: Muestra tomada entre los 77 y 90 cm; **CP/7_{top}**: Muestra situada en los 10 cm superiores.

Fig. 4.49. Aspecto del campo de los tramos del afloramiento 2.



Afloramiento 3: (Ver Figs. 4.50 y 4.51).

Este afloramiento se describe y se muestrea, de nuevo, en la cuneta de la carretera y se sitúa inmediatamente por encima del afloramiento 2.

Consiste en unos 700 cm de espesor, de caliza gris, de aspecto masivo, a veces tableado, de superficies onduladas son frecuentes macrorrestos como braquiópodos. Se han reconocido 3 tipologías litológicas:

Tipo 1: Corresponde a los tramos 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 28.

Tipo 2: Corresponde a los tramos 8, 20, 21, 22, 24, 25, y 26.

Tipo 3: Corresponde a los tramos 13, 16, 17, 18, 19, 23 y 27.

Dentro de estas tres litofacies se han reconocido 21 tramos que en orden estratigráfico creciente presentan las siguientes características:

Tramo 8: Caliza nodular, de 40 cm de espesor con estructuras de bioturbación. La

muestra **CP/8_{base}** se sitúa en los 15 cm inferiores.

Tramo 9: Banco de caliza de 50 cm espesor. **CP/9**: Muestra tomada entre los 15 y 20 cm de la base.

Tramo 10: Capa de caliza gris, de 20 cm de espesor. Nivel muy rico en dacroconáridos y bivalvos. Se tomaron dos muestras: **CP/10**, tomada de toda la capa y **CP/10'⁰² top** tomada en los 11 cm superiores.

Tramo 11: Caliza gris, de 30 cm de espesor. Se reconocen 3 capas. Se tomaron dos muestras: **CP/11**: tomada en los 10 cm inferiores y **CP/11_{top}**: tomada en los 20 cm superiores.

Tramo 12: Capa de caliza, de 15 cm de espesor, con estructuras de bioturbación. **CP/12**: Muestra en toda la capa.

Tramo 13: Caliza gris, algo nodular, de 13 cm de espesor. Bioturbación intensa. Las muestras **CP/13** y **CP/13'⁰²**: están tomadas en toda la capa.

Tramo 14: Capa de caliza gris, de 20 cm de espesor. Aspecto laminado. Las muestras **CP/14** y **CP/14'⁰²** están situadas en los 10-11 cm inferiores.

Tramo 15: Capa de caliza gris, de 20 cm de espesor. Aspecto tableado. Se observan estructuras de bioturbación. Las muestras **CP/15** y **CP/15'⁰²** proceden de toda la capa.

Tramo 16: Capa de caliza, de 20 cm de espesor. Aspecto algo nodular. Este banco equivale a la muestra 42 de la sección Compte (03) de Boersma (1973). Bioturbación intensa. **CP/16:** Muestra tomada en los 12 cm inferiores. Actividad

intensa de bioturbación; **CP/16'⁰²**: Otra muestra tomada entre los 10-12 cm de la base.

Tramo 17: Caliza gris, de espesor de 43 cm. Subdividido en dos: la inferior, unos 30 cm, más margoso y la superior, unos 13 cm de caliza.

CP/16₊₃₀: Muestra situada a 30 cm por encima del techo de 16. Se observa un aumento de la actividad de bioturbación.

CP/17: Muestra tomada del nivel superior.

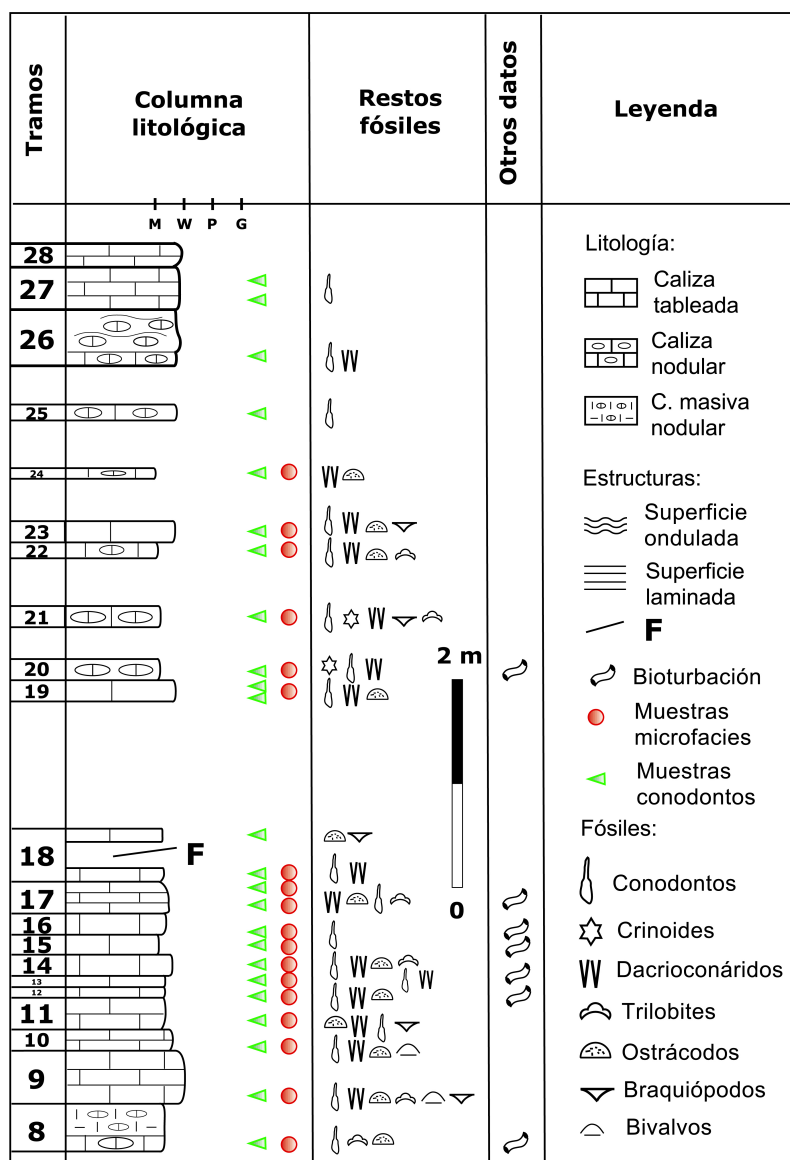


Fig. 4.50. Columna estratigráfica del afloramiento 3 de la sucesión de CP. Corresponde a los tramos medios 8 al 28 de la cuneta.

Tramo 18: Intervalo de unos 40 cm de espesor, de color gris, formado por una capa inferior de 30 cm, de material margoso y otra capa superior, de caliza de 10 cm de espesor. Por encima, hay un tramo parcialmente cubierto de unos 120 cm. Se tomaron un total de 4 muestras.

CP/18: Muestra de 10 cm; tomada en la base; **CP/18a:** Muestra tomada entre los 25-40 cm, del tramo cubierto; **CP/18b:** Muestra tomada entre los 50-60 cm; **CP/18c:** Muestra tomada entre los 90-120 cm.

Tramo 19: Banco de caliza, de unos 40-45 cm. de espesor. Tramo dividido en 2 partes, la parte “a” (sin nodular) y la parte “b” (nodular).

CP/19a-b: Muestra de 21 cm de espesor, donde los 7 cm inferiores pertenece a la parte “a” y los 14 cm superior a la parte “b”; **CP/19a’⁰²:** Muestra extraída en los 25 cm inferiores; **CP/19:** Muestra tomada en los 20 cm superior.

Tramo 20: Banco de caliza, color rosáceo, superficie nodular y espesor de unos 50 cm. **CP/20:** Muestra escogida entre los 16-20 cm de la base del tramo. Se observa actividad de bioturbación.

Tramo 21: Capa de caliza, de unos 10-20 cm. de espesor, de superficie nodular rosáceo. **CP/21:** Muestra tomada en toda la capa. Es muy rico en dacrioconáridos, crinoides, braquiópodos y trilobites.

Tramo 22: Capa de caliza, de 10-12 cm de espesor, de superficie menos nodular y posicionado a 45 cm desde el techo de la capa anterior. **CP/22:** Muestra muy rica en dacrioconáridos, ostrácodos y trilobites.

Tramo 23: Capa de caliza, de 17 cm de espesor, ligeramente nodular y situada inmediatamente encima de la anterior. **CP/23:** Muestra en toda la capa.

Por encima, hay un tramo cubierto por vegetación de un espesor aproximado de unos 45 cm.

Tramo 24: Capa muy fina de caliza de unos 8 cm de espesor, de superficie nodular. **CP/24:** Muestra en toda la capa.

Por encima, hay un tramo cubierto de unos 45 cm de espesor.

Tramo 25: Capa de caliza de 15 cm de espesor, de superficie nodular. **CP/25:** Muestra en toda la capa. Superiamente, otro tramo cubierto de 45 cm de espesor.

Tramo 26: Banco de caliza, de espesor de 60 cm, tonalidad grisácea clara y aspecto nodular. **CP/26:** Muestra tomada en los 15 cm inferiores.

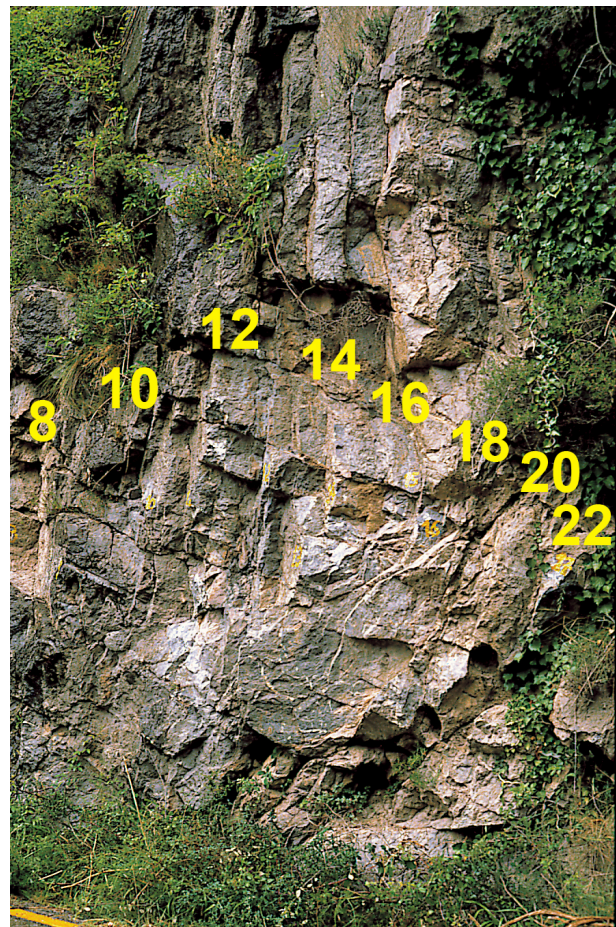


Fig. 4.51. Aspecto de campo de los tramos medios 8 al 22 de la cuneta.

Tramo 27: Banco de caliza gris oscuro, de 40 cm de espesor, de superficie menos nodular. Escasa fauna en las 3 muestras de abajo.

CP/27: Muestra en los 10-12 cm inferiores; **CP/27a:** Muestra tomada en los 8 cm inferiores del banco; **CP/27b:** Muestra tomada en los 15 cm superior del banco.

Tramo 28: Banco de 25 cm de espesor, de caliza gris. **CP/28:** Muestra tomada a 12 cm inferior.

Afloramiento 4.

(Figs. 4.52, 4.53 y 4.54).

Este afloramiento se describe y se muestrea, de nuevo, en la ladera que por criterio de campo puede correlacionarse con algunos de los tramos de los afloramientos 3 y 5.

Consiste en unos 950 cm de espesor, de caliza gris, a veces rosácea, de potencias variables a lo largo del afloramiento y con contenido rico en fauna. A igual que en los anteriores afloramientos, se han reconocido 3 tipologías litológicas siendo:

Tipo 1: Corresponde a los tramos 34, 35, 36, 38, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49 y 51.

Tipo 2: Corresponde a los tramos 37 y 39.

Tipo 3: Corresponde a los tramos 40, 41, 44, 50, 52 y 53.

Dentro de estos tres tipos de litofacies se han reconocido 19 tramos que en orden estratigráfico creciente presentan las siguientes características:

Tramo 34: Intervalo calizo muy masivo de unos 200 cm de potencia.

Tramo 35: Capa de caliza tableada, de aproximadamente 10 cm de espesor. **CP/35:** Muestra de toda la capa.

Tramo 36: Caliza gris, de 50 cm de potencia y de aspecto tableado. Se pueden reconocer unas 4 capas de diferentes espesores. **CP/36:** Muestra tomada entre los 30-40 cm de la base. Tramo cubierto de 25 cm de espesor.

Tramo 37: Paquete masivo de caliza de 60 cm de espesor, de base ondulada, con aspecto nodular y con pátinas de hierro en algunas superficies. **CP/37:** Muestra extraída en los 15 cm inferiores.

Tramo 38: Capa de caliza tableada, bien individualizada de 9-10 cm. **CP/38:** Muestra localizada en toda la capa. Se observan estructuras de bioturbación.

Tramo 39: Paquete de 85 cm de potencia, de caliza masiva, de color gris, a veces algo nodular acompañado de niveles arcillosos. **CP/39:** La muestra tomada entre los 25-45 cm de la base, corresponde a 2 capas.

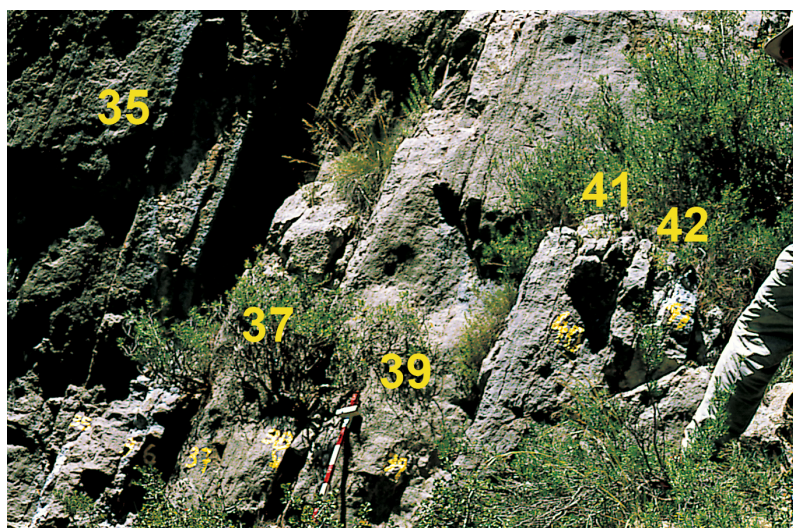


Fig. 4.52. Aspectos de campo de los tramos 35 al 42 de la ladera.

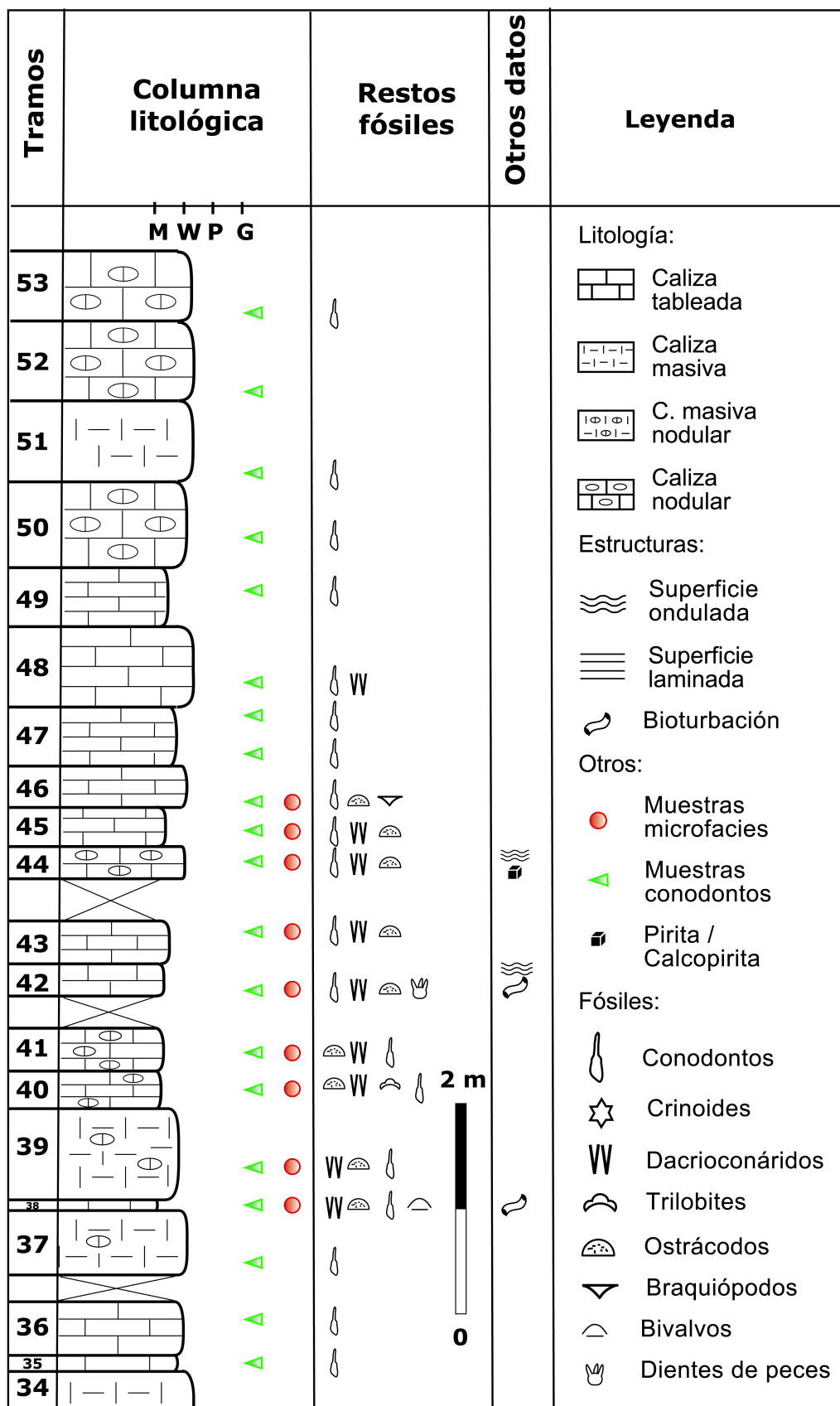


Fig. 4.53. Columna estratigráfica del afloramiento 4 de la sucesión de CP. Corresponde a los tramos medios-altos 34 al 53 de la ladera.

Tramo 40: caliza gris de unos 35 cm de espesor, de aspecto ligeramente nodular que da un aspecto de resalte morfológico. Se han distinguido 3 capas muy continuas básicamente de superficies onduladas. **CP/40:** La muestra fue tomada en la 2ª capa de 8 cm, a 12 cm. de la base.

Tramo 41: Caliza gris, de unos 40 cm. de espesor y de aspecto ligeramente nodular. Se han reconocido unas 6 capas. **CP/41:** La muestra procede se sitúa entre los 11 y 15 cm inferiores. Tramo cubierto de 30 cm aproximadamente.

Tramo 42: Caliza gris, de unos 30 cm, subdividida en 3-4 capas lateralmente. **CP/42:** Muestra tomada en los 5 cm inferiores. Bioturbación.

Tramo 43: Banco de caliza gris, de unos 45 cm de potencia; se reconocen 3 capas muy individualizadas. **CP/43:** La muestra procede de los 20 cm del techo. Tramo cubierto de unos 35 cm de material margoso.

Tramo 44: Caliza gris-marrón, de unos 30 cm de espesor, aspecto nodular/ondulado. Presencia de minerales de pirita. **CP/44:** Muestra extraída en los 8 cm inferiores; **CP/44top:** Muestra correspondiente a 10 cm del techo.

Tramo 45: Caliza gris oscuro, de espesor variable de 35-40 cm., diferenciados lateralmente en 2-3 capas. **CP/45:** Muestra tomada en los 10 cm inferiores; **CP/45top:** Muestra correspondiente en los 15 cm superiores.

Tramo 46: Caliza gris oscuro, de espesor aproximado de 40 cm, con superficies ligeramente tableadas. **CP/46:** Muestra tomada en los 7-8 cm inferiores; **CP/46top:** Muestra correspondiente en los 15 cm superiores.

Tramo 47: Caliza gris oscuro, de espesor total de 55 cm, de superficies tableadas. **CP/47base:** muestra tomada en los 10-19 cm inferiores; **CP/47:** muestra tomada en los 25-33 cm inferiores; **CP/47top:** muestra tomada en los 9 cm superiores.

Tramo 48: Conjunto de caliza, de espesor de 75 cm., algo tableadas, formadas, al menos por 8 bancos. **CP/48₂₀₋₃₆:** Muestra tomada en los 20-36 cm inferiores; **CP/48:** Muestra tomada entre los 55-66 cm.

Tramo 49: Banco de caliza tableada, de 50 cm de espesor. **CP/49:** Muestra tomada en los 30 cm inferiores. **CP/49⁰²:** Muestra tomada en los 20 cm inferiores.

Tramo 50: Tramo de caliza nodular, de 80 cm subdividido en varias capas. **CP/50:** La muestra se tomó entre los 15-25 cm de la base.

Tramo 51: caliza gris, de 80 cm de espesor, aspecto masivo puntualmente, pero lateralmente se diferencian varios capas. **CP/51:** Muestra tomada en los 6 cm inferiores.

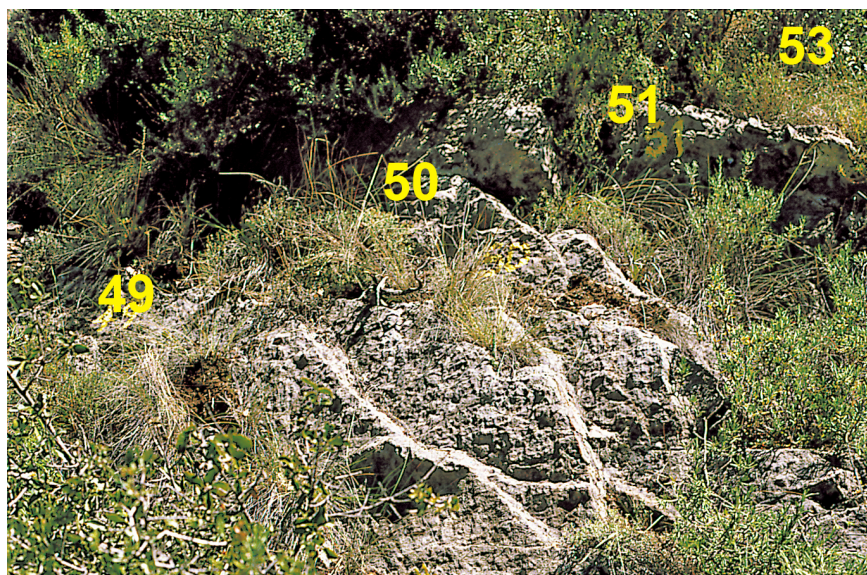


Fig. 4.54. Aspecto de campo de los tramos 49 al Re 53 de la ladera.

Tramo 52: Intervalo de unos 80 cm aproximado, aflorando parcialmente. Caliza gris, de superficie nodular. **CP/ 52** : Muestra tomada en los 5 cm inferiores.

Tramo 53: intervalo de caliza gris, de unos 60 cm parcialmente aflorando, acompañado de nódulos de color rojizo y de tamaño variable. **CP/ 53** Muestra tomada en los 6 cm inferiores.

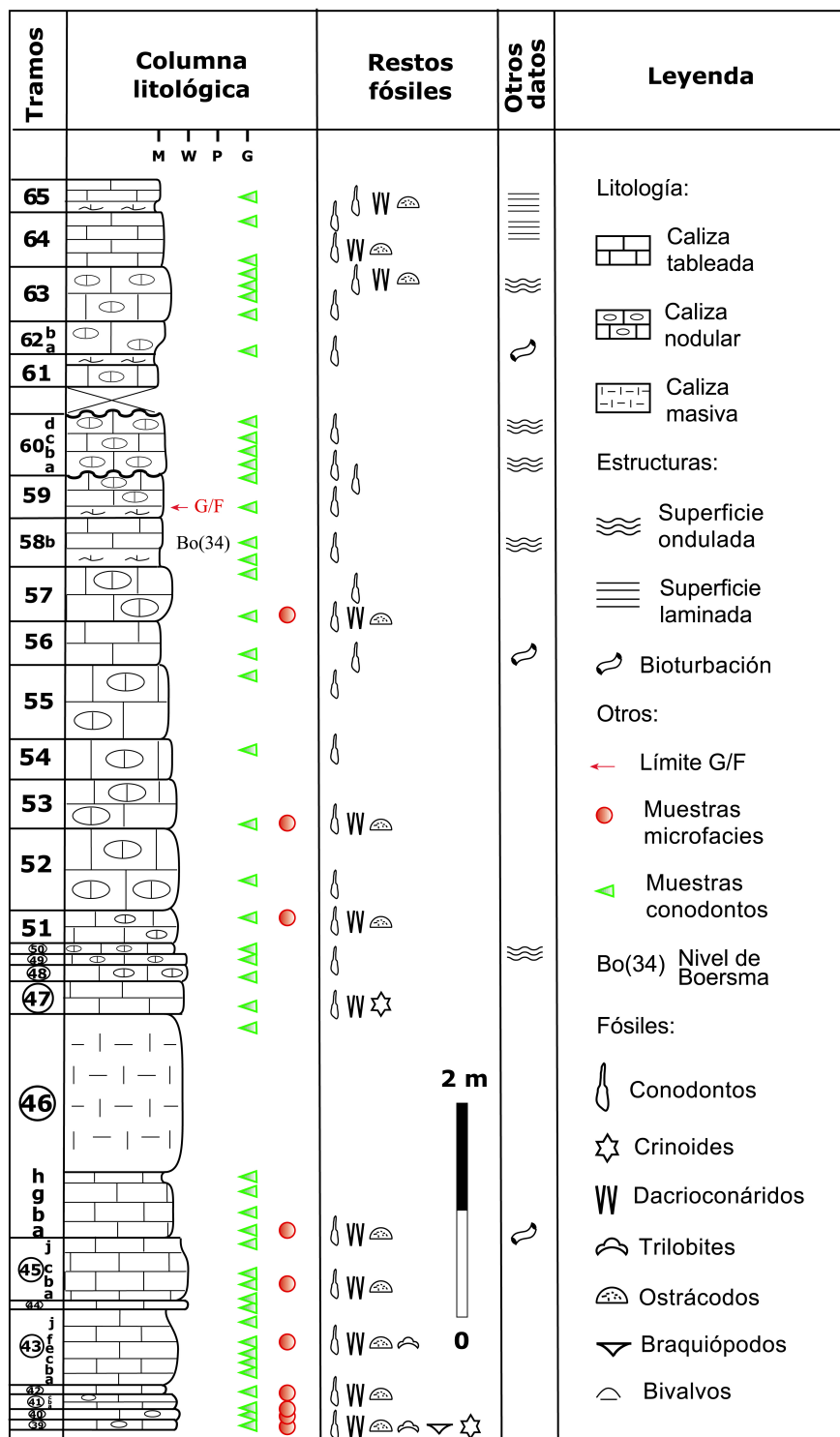


Fig. 4.55. Columna estratigráfica del afloramiento 5. Corresponde a los tramos altos 39 al 65 de la cuneta. Los círculos de los tramos 39 al 50 pertenecen a la parte de la cuneta.

Afloramiento 5. Ver Figs. 4.55-4.59.

Este afloramiento se describe y se muestra desde la cuneta que por criterio de campo puede correlacionarse con algunos de los tramos del afloramiento 4.

Consiste en unos 1150 cm de potencia, de caliza gris, nodular alternando niveles de caliza tableada, masivo y con superficies onduladas. Se han reconocido 3 litofacies:

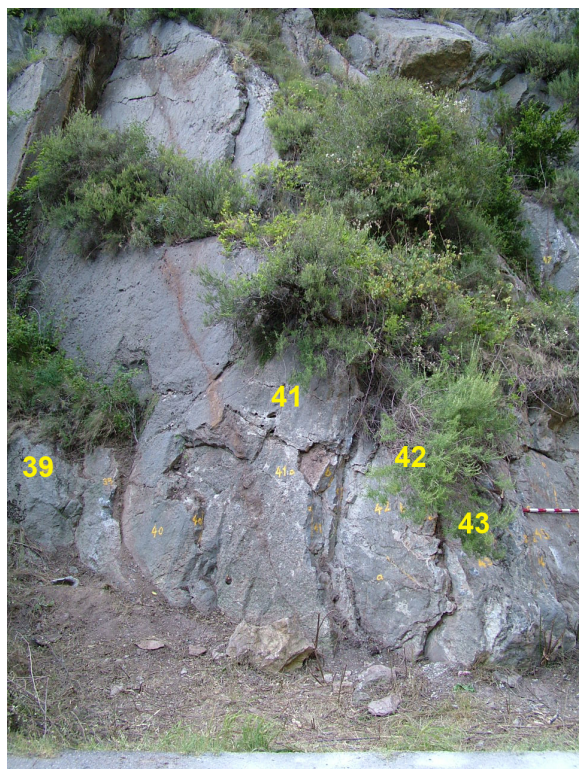
Tipo 1: Corresponde a los tramos 43, 44, 45, 46(i-190-200) 47, 56, 58 y 64.

Tipo 2: Corresponde a los tramos 39, 40, 41, 42, 46(a-h), 48, 49, 50, 53, 54, 55, 59, 60, 62, 63 y 65.

Tipo 3: Corresponde a los tramos 51, 52 57 y 61.

Dentro de estos tres tipos se han reconocido 27 tramos que en orden estratigráfico creciente presentan las siguientes características:

Tramo 39: Caliza gris, de 17 cm, superficie ondulada con pátinas y de aspecto brechoidal a nodular. **CP/39** : Muestra en todo el tramo.



Tramo 40: Capa de caliza, de un espesor entre 18-19 cm, superficie irregular y de aspecto brechoideo a nodular. **CP/40** : Muestra en todo el tramo.

Tramo 41: Banco de caliza de unos 35-37 cm de potencia, aspecto brechoidal a nodular, diferenciado en 3 capas.

Capa a: de 9-12 cm de espesor y de superficie irregular; **CP/ 41a**: muestra tomada en toda la capa.

Capa b: de 13-14 cm de espesor y de aspecto nodular; **CP/41b**: muestra en toda la capa.

Capa c: de 13 cm de espesor; **CP/41c** : muestra tomada en los 8 cm superiores.

Tramo 42: Caliza de unos 20 cm de espesor, de aspecto nodular, subdividido en 4 capas y separados por superficies muy irregulares y onduladas.

Capa a: de 6 cm de espesor; **CP/42a** : muestra tomada en toda la capa.

Capa b: de 3-4 cm de espesor; **CP/42b**: muestra de toda la capa.

Capa c: de 6-8 cm de espesor; **CP/42c**: muestra de toda la capa.

Capa d: de 3-4 cm de espesor; **CP/42d**: muestra de toda la capa.

Entre los niveles 42 y 43 hay un interestrato arcilloso de 2 cm de espesor.

Tramo 43: Conjunto de caliza tableadas, de unos 65-70 cm de potencia, de superficies muy irregulares, diferenciado en unas 11 capas que lateralmente se amalgaman. Las muestras proceden de:

Capa a: de 2 cm de espesor; **CP/43a**: muestra de toda la capa.

Capa b: de 13 cm de espesor; **CP/43b**: muestra de toda la capa.

Capa c: de 6 cm de espesor, subdivida en 2: **CP/43c₁** y **CP/43c₂** son las muestras correspondientes.

Fig. 4.56. Aspecto de campo de los tramos 39 al 43 de la cuneta.

Capa d: de 6 cm de espesor, subdivida en 2: **CP/43d₁**, muestra de la capa inferior.

Capa e: de 4-5 cm de espesor; **CP/43e**: muestra de toda la capa.

Capa f: de 5 cm de espesor; **CP/43f** : muestra de toda la capa.

Capa g: de 8 cm de espesor; **CP/43g**: muestra de toda la capa.

Capa h: de 6-6,5 cm de espesor; capa i: de 4-6 cm de espesor.

Capa j: 9-10 cm de espesor, con superficie ondulado. **CP/43j**: muestra de toda la capa.

Tramo 44: Caliza gris, de 10-16 cm de espesor y de superficie ondulada con niveles de arcillas a techo. **CP/44** : Muestra en toda la capa.

Tramo 45: Caliza gris, tableada, de unos 60-61 cm de potencia, diferenciados en 10 capas que lateralmente son más o menos continuos. Superficies onduladas. Las capas reconocidas fueron:

Capa a: de 2-3 cm de espesor; **CP/45a**: muestra de toda la capa;

Capa b: de 14 cm de espesor; **CP/45b** : Muestra de toda la capa;

Capa c: de 12 cm de espesor, más oscura que las anteriores; **CP/45c**: Muestra de toda la capa;

Capa d: de 2-3 cm de espesor;

Capa e: de 4 cm de espesor y muy alterada; **CP/45e**: Muestra de toda la capa;

Capa f: de 4-5 cm de espesor y alterada; **CP 45f** : Muestra de toda la capa;

Capas g, h: ambos de 4 cm de espesor; capa i: de 3 cm de espesor.

Capa j: de 3-5 cm de espesor; **CP/45j**.

Tramo 46: Intervalo de calizas tableadas, de aproximadamente 210 cm de potencia, y diferenciados en varias capas y cada una de ellas, difieren distintamente en espesor y aspecto, así las capas a-h son más nodular y las restantes son más masivas.

Capa a: de 13-14 cm de, gris oscuro y de superficie ondulada; **CP/46a**: Muestra tomada en los 5 cm inferiores. También, hay bioturbación.

Capa b: de 10 cm de espesor; **CP/46b**: Muestra tomada en los 5 cm inferiores.

Capa g: de 5-8 cm de espesor y lateralmente se une a la capa F que en total suman 12-13 cm ; **CP/ 46g**: Muestra de toda la capa.



Fig. 4.57. Aspecto de campo de los tramos 43-46 de la cuneta.

Capa h: de 5-8 cm de espesor y lateralmente se une a la capa G que en total suman 14 cm ; **CP/ 46h**: Muestra de toda la capa.

Capas i-ñ: constituyen un tramo de 50 cm de espesor que se reconoce 7 capas. Presentan en general un aspecto masivo.

Capa **190-200**: de 10 cm de espesor, de caliza gris-rosácea; **CP/46₁₉₀₋₂₀₀**: Muestra tomada en los 20 cm superiores del tramo 46.

Tramo 47: Banco de caliza, de tonalidad gris a marrón, aproximadamente 30 cm de espesor. **CP/47** : Muestra en los 20 cm inferiores.

Tramo 48: Unos 10-16 cm de caliza, de tonalidad gris claro a oscuro. Aspecto laminado. Niveles margosos a techo. **CP/ 48** : Muestra en todo el tramo.

Tramo 49: Caliza gris clara a rosa, de 8-12 cm de espesor y de aspecto superficial nodular. **CP/49** : Muestra en todo el tramo.

Tramo 50: Caliza de las mismas características litológicas que el anterior. El espesor es de unos 10 cm. y en general presenta superficies onduladas. Lateralmente se acuña con la capa 51. **CP/50** : Muestra en todo el tramo.

Tramo 51: Capa de caliza gris, de 30 cm de espesor y ligeramente nodular. **CP/51**: Muestra tomada en los 10 cm superiores.

Tramo 52: Caliza de 75 cm de espesor, tonalidad gris clara, ligeramente nodular, discontinuo con niveles muy finos de margas amarillas. **CP/52**: Muestra tomada entre los 20-35 cm.

Tramo 53: Banco de caliza gris-rosáceo, de 45 cm de espesor, de aspecto nodular, a veces, con cierta continuidad lateral. **CP/53**: La muestra se tomó en los 6 cm inferiores.

Tramo 54: Capa de caliza de espesor de 35 cm. **CP/54**: Muestra situada entre los 15-25 cm.

Tramo 55: Banco de caliza gris, nodular, de unos 70 cm de espesor. **CP/55**: Muestra escogida entre los 45-60 cm.

Tramo 56: Banco de caliza de 40 cm de potencia, de color gris, de superficie continua e intercalado por niveles margosos. Bioturbación intensa. **CP/56**: Muestra tomada en los 10 cm inferiores.

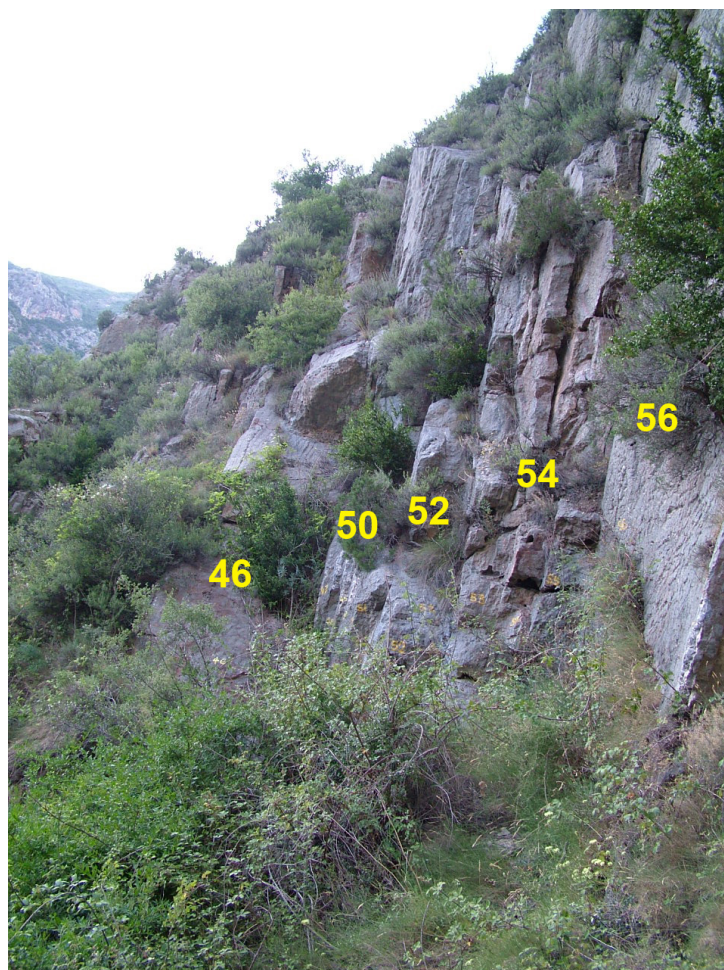


Fig. 4.58. Aspecto de campo de los tramos 46 al 57 de la cuneta.

Tramo 57: Unos 50 cm de caliza nodular de tonalidades roja/rosa y verde gris, con niveles arcillosos rodeando a la estructura nodular y a veces, son continuos. **CP/57:** La muestra está localizada en los 20 cm inferiores. **CP/57'⁰² top:** Muestra situada en los 5 cm superiores. Por encima, hay un nivel margoso de unos 10 cm de espesor.

Tramo 58: Caliza gris, de espesor 31 cm, de color gris-rojo, de superficies onduladas y dividido en 2 estratos (13 y 18 cm). Equivale aproximadamente a la muestra 34 de la sección Compte (03) de Boersma (1973). Se han tomado varias muestras.

CP/58: La muestra fue tomada en los 3 cm inferiores; **CP/58b'⁰⁴:** Muestra situada entre los 8-22 cm de la base; **CP/58b:** Muestra tomada en los 7 cm inferiores del segundo estrato; **CP/58b'⁰²:** Muestra tomada del mismo nivel que la muestra

anterior. A techo de la capa 58b, se dispone un interestrato margoso de 3-4 cm.

Tramo 59: caliza roja-gris verdosa de aspecto nodular, de un espesor de 30 cm y con abundantes laminaciones arcillosas.

CP/59: La muestra tomada se sitúa en los 10 cm inferiores; **CP/59'⁰²:** otra muestra tomada en el mismo nivel; **CP/59'⁰⁴:** Muestra tomada a 15 cm inferior; **CP/59'⁰² top:** Muestra tomada a 17 cm superior.

Tramo 60: Conjunto de caliza nodular, color rojo oscuro, de unos 60 cm de potencia, de superficies onduladas. Este tramo está subdividido en 3 bancos.

CP/60a: Muestra tomada en los 11 cm inferiores (1º banco); **CP/60:** La muestra está tomada entre los 20 y 32 cm inferiores; **CP/60b:** Muestra situada entre los 25 y 28 cm de la base. (2º banco); **CP/60c:** Muestra situada entre los 45-53 cm de la base; **CP/60d:** Muestra situada en los 2-3 cm superiores de la última capa (3º banco).

Por encima, hay un tramo cubierto de 30 cm de espesor.

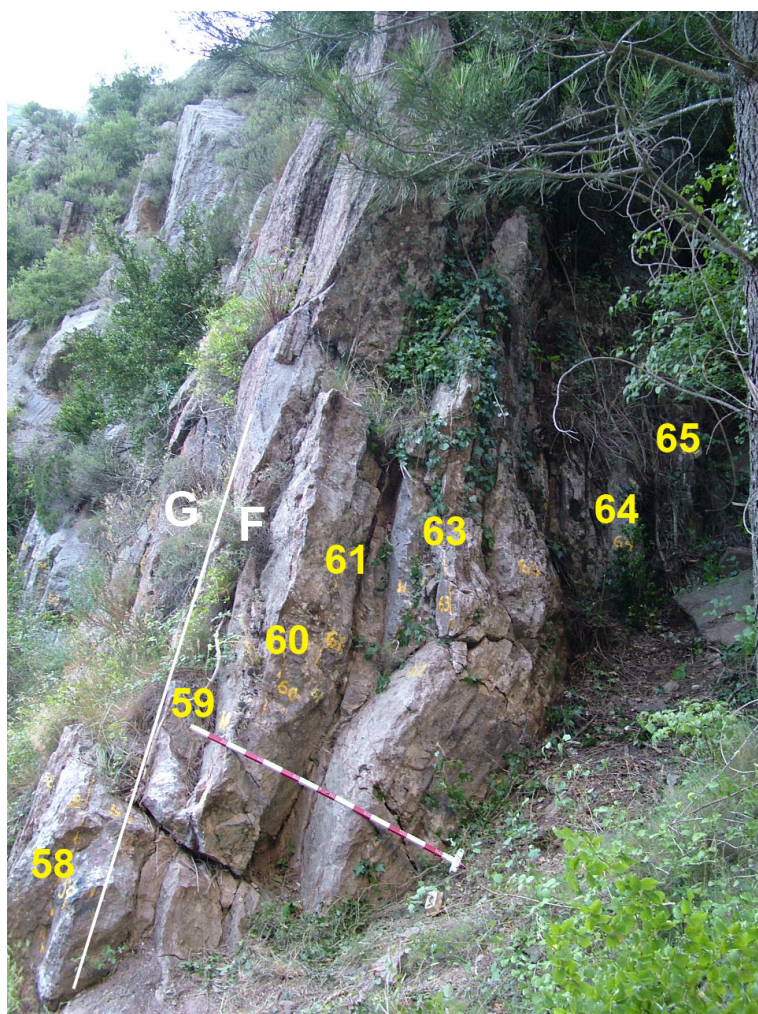


Fig. 4.59. Aspecto de campo de los tramos 57 al 65 de la cuneta.

Tramo 61: Caliza gris, ligeramente nodular, de un espesor de unos 20 cm. Por encima, un nivel margoso de unos 7 cm y después, una capa que acuña lateralmente de 14-16 cm. Hay dos muestras tomadas:

CP/61: La muestra se sitúa en 13 cm inferiores, justo después del tramo cubierto; **CP/61⁰⁴:** Muestra tomada en los 5 cm inferiores.

Tramo 62: Caliza nodular, de color gris claro, de 28 cm de espesor, subdividido en 3 capas:

CP/62a: Muestra tomada en los 10 cm inferiores, 1ª capa; **CP/62:** La muestra procede de 11-18 cm de la base (corresponde a la 2ª capa). Se observa alguna estructura de bioturbación; **CP/62b:** es otra muestra de la 2ª capa.

Tramo 63: Conjunto de caliza nodular, con espesor de 50 cm y de superficie ondulada acompañado de niveles arcillosos. Por encima sigue un interestrato margoso de 2-3 cm.

| Campaña 1999 | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|
| Intervalo estudiado | Muestras (conodontos) | Peso (Kg.) |
| | CP3-36,3 | 1,51 |
| | CP3-34,4 | 1 |
| | CP3-34 | 1,55 |
| | CP3-33 | 0,9 |
| Total | 4 | 4,96 |

Fig. 4.60. Listado de muestras correspondientes a la campaña 1999.

CP/63₄₋₁₄: Muestra tomada entre los 4-14 cm de la base; **CP/63₂₅₋₂₈:** Muestra tomada a 25-28 cm de la base; **CP/63:** La muestra es tomada a 38-42cm de la base; **CP/63₃₉₋₄₅:** Muestra situada a 39-45 cm, casi equivalente a la anterior muestra.

Tramo 64: Banco de caliza gris, tableada de 45 cm de espesor, color gris oscuro, muy laminado. Se tomaron 3 muestras:

CP/64a: Muestra de la capa basal en los 5-6 cm inferiores; **CP/64:** La muestra se ha tomado en los 7 cm superiores; **CP/64⁰⁴:** Muestra en los 5-6 cm superiores.

Por encima, sigue un interestrato margoso, de 15-20 cm que lateralmente terminan en capas laminadas.

Tramo 65: Caliza grisácea, de unos 25 cm de espesor y de aspecto muy laminado. **CP/65:** La muestra es tomada a 9-15 cm de la base.

| Campaña 2001 | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|----------|--------------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| Afloramiento 1 | CP/-6 | * | | | 3,6 |
| | CP/-5 | | | | 3,5 |
| | CP/-4 | * | | | 2,8 |
| | CP/-3 | | * | * | 2,3 |
| | CP/-2 | * | | | 3 |
| | CP/-1 | * | * | * | 4 |
| | CP/0 | * | | | 2,3 |
| Afloramiento 2 | CP/1 | * | * | * | 2,8 |
| | CP/2 | * | * | * | 2,4 |
| | CP/3 | * | * | * | 3,34 |
| | CP/4 | * | | | 2,3 |
| | CP/4b | * | * | * | 3,9 |
| | CP/4 ^{top} | * | | | 1,26 |
| | CP/5 | * | * | * | 2,9 |
| | CP/6 | * | * | | 3,3 |
| | CP/7 | * | * | * | 8,78 |
| | CP/7 ⁷⁷⁻⁹⁰ | * | * | | 2,06 |
| | CP/7 ^{top} | * | * | | 6,2 |
| Total | 18 | 16 | 11 | 8 | 60,74 |

Fig. 4.61. Listado de muestras correspondientes a la campaña 2001 en los afloramientos 1 y 2 de la sucesión de Compte.

| | Campaña 2001 | | | | | Campaña 2002 | | | | |
|----------------|--------------|--------|-------|---------|---------|-------------------------------------|--------|-------|---------|---------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| Afloramiento 3 | CP/8base | * | * | * | 3,1 | | | | | |
| | CP/9 | * | * | * | 3,6 | | | | | |
| | CP/10 | * | * | * | 2,5 | CP/10' ⁰² _{top} | * | | | 3 |
| | CP/11 | * | * | * | 2,1 | CP/11 _{top} | * | | | 2,45 |
| | CP/12 | * | * | * | 4,4 | | | | | |
| | CP/13 | * | * | * | 2,8 | CP/13' ⁰² | * | | | 2,7 |
| | CP/14 | * | * | * | 3,92 | CP/14' ⁰² | * | | | 2,8 |
| | CP/15 | * | * | * | 3,8 | CP/15' ⁰² | * | | | 2,44 |
| | CP/16 | * | * | * | 3 | CP/16' ⁰² | * | | | 2,2 |
| | CP/17 | * | * | * | 3,3 | CP/16+30 | | * | * | 5,64 |
| | CP/18 | | * | * | 3,3 | CP/18a | | | | 3,3 |
| | | | | | | CP/18b | * | | | 4,1 |
| | | | | | | CP/18c | * | | | 4,2 |
| | | | | | | CP/19a-b | * | * | * | 4,98 |
| | CP/19 | * | * | * | 2,8 | CP/19a' ⁰² | * | | | 3,4 |
| | CP/20 | * | * | * | 6,34 | | | | | |
| | CP/21 | * | * | * | 3,14 | | | | | |
| | CP/22 | * | * | * | 4,4 | | | | | |
| | CP/23 | * | * | * | 2,4 | | | | | |
| | CP/24 | | * | * | 4,24 | | | | | |
| | CP/25 | * | | | 2,7 | | | | | |
| | CP/26 | * | * | | 1,24 | | | | | |
| | CP/27 | * | | | 3,8 | CP/27a | * | | | 2,7 |
| | | | | | | CP/27b | * | | | 2,52 |
| | | | | | | CP/28 | | | | 5,2 |
| Afloramiento 4 | CP/35 | * | | | 1,88 | | | | | |
| | CP/36 | * | | | 2,6 | | | | | |
| | CP/37 | * | | | 2,6 | | | | | |
| | CP/38 | * | * | * | 4,9 | | | | | |
| | CP/39 | * | * | * | 3,9 | | | | | |
| | CP/40 | * | * | * | 4,9 | | | | | |
| | CP/41 | * | * | * | 2,36 | | | | | |
| | CP/42 | * | * | * | 5,7 | | | | | |
| | CP/43 | * | * | * | 2,36 | | | | | |
| | CP/44 | * | * | * | 2,5 | CP/44 _{top} | | | | 1,7 |
| | CP/45 | * | * | * | 5,64 | CP/45 _{top} | * | | | 6,82 |
| | CP/46 | * | * | * | 2,67 | CP/46 _{top} | | | | 5,1 |
| | CP/47 | | | | 3,65 | CP/47 _{base} | * | | | 6,06 |
| | | | | | | CP/47 _{top} | * | | | 8,02 |
| | CP/48 | | | | 3,42 | CP/48 ₂₀₋₃₆ | * | * | | 3,7 |
| | CP/49 | * | | | 4,7 | CP/49' ⁰² | | | | 2,8 |
| | CP/50 | * | | | 3,28 | | | | | |
| | | | | | | CP/51 | * | | | 3,2 |
| | | | | | | CP/52 | | * | | 4,1 |
| | | | | | | CP/53 | | | | 3,4 |
| Total | 36 | 32 | 26 | 26 | 113,94 | 25 | 17 | 4 | 2 | 95,53 |

Fig. 4.62. Listado de muestras correspondientes a las campañas 2001 y 2002 en los afloramientos 3 y 4 de la sucesión de Compte.

| | Campaña 2001 | | | | | Campaña 2002 | | | | | Campaña 2004 | | | | |
|----------------|--------------|--------|-------|---------|---------|-------------------------------------|--------|-------|---------|---------|------------------------|--------|-------|---------|---------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| Afloramiento 5 | | | | | | | | | | | CP/39 | * | * | * | 5,9 |
| | | | | | | | | | | | CP/40 | * | * | * | 6,7 |
| | | | | | | | | | | | CP/41a | * | * | * | 8,82 |
| | | | | | | | | | | | CP/41b | * | * | * | 3,5 |
| | | | | | | | | | | | CP/41c | * | * | * | 3 |
| | | | | | | | | | | | CP/42a | * | * | * | 5,8 |
| | | | | | | | | | | | CP/42b | * | * | * | 3,76 |
| | | | | | | | | | | | CP/42c | * | * | * | 2,66 |
| | | | | | | | | | | | CP/42d | * | * | * | 2,58 |
| | | | | | | | | | | | CP/43a | * | * | * | 2,66 |
| | | | | | | | | | | | CP/43b | * | * | * | 2,6 |
| | | | | | | | | | | | CP/43c ₁ | * | * | * | 3,62 |
| | | | | | | | | | | | CP/43c ₂ | * | * | * | 5,26 |
| | | | | | | | | | | | CP/43d ₁ | * | * | * | 2,28 |
| | | | | | | | | | | | CP/43e | * | * | * | 2,5 |
| | | | | | | | | | | | CP/43f | * | * | * | 4,12 |
| | | | | | | | | | | | CP/43g | * | * | * | 5,6 |
| | | | | | | | | | | | CP/43j | * | * | * | 5,26 |
| | | | | | | | | | | | CP/44 | * | * | * | 5,7 |
| | | | | | | | | | | | CP/45a | * | * | * | 3,04 |
| | | | | | | | | | | | CP/45b | * | * | * | 11,86 |
| | | | | | | | | | | | CP/45c | * | * | * | 6,14 |
| | | | | | | | | | | | CP/45e | * | * | * | 3 |
| | | | | | | | | | | | CP/45f | * | * | * | 2,38 |
| | | | | | | | | | | | CP/45j | * | * | * | 6,18 |
| | | | | | | CP/46a | * | * | * | 8,4 | | | | | |
| | | | | | | CP/46b | * | * | * | 2,48 | | | | | |
| | | | | | | CP/46g | * | * | * | 0,48 | | | | | |
| | | | | | | CP/46h | * | * | * | 4,8 | | | | | |
| | | | | | | CP/46 ₁₉₀₋₂₀₀ | * | * | * | 1,32 | | | | | |
| | | | | | | CP/47 | * | * | * | 1,46 | | | | | |
| | | | | | | CP/48 | * | * | * | 2,4 | | | | | |
| | | | | | | CP/49 | * | * | * | 2,5 | | | | | |
| | | | | | | CP/50 | * | * | * | 1,84 | | | | | |
| | CP/51 | * | * | * | 9,46 | | | | | | | | | | |
| | CP/52 | * | * | * | 2,42 | | | | | | | | | | |
| | CP/53 | * | * | * | 2,06 | | | | | | | | | | |
| | CP/54 | * | * | * | 3,52 | | | | | | | | | | |
| | CP/55 | * | * | * | 4,24 | | | | | | | | | | |
| | CP/56 | * | * | * | 4,04 | | | | | | | | | | |
| | CP/57 | * | * | * | 5,8 | CP/57 ^{'02} _{top} | * | * | * | 6,08 | | | | | |
| | CP/58 | * | * | * | 3,22 | | | | | | | | | | |
| | CP/58b | * | * | * | 3,9 | CP/58b ^{'02} | * | * | * | 4,9 | CP/58b ^{'04} | * | * | * | 4,7 |
| | CP/59 | * | * | * | 2,9 | CP/59 ^{'02} | * | * | * | 4 | CP/59 ^{'04} | * | * | * | 5,4 |
| | | | | | | CP/59 ^{'02} _{top} | * | * | * | 4,7 | | | | | |
| | CP/60 | * | * | * | 4,84 | | | | | | CP/60a | * | * | * | 5,1 |
| | | | | | | | | | | | CP/60b | * | * | * | 5,2 |
| | | | | | | | | | | | CP/60c | * | * | * | 5,5 |
| | | | | | | | | | | | CP/60d | * | * | * | 0,4 |
| | CP/61 | * | * | * | 2,9 | | | | | | CP/61 ^{'04} | * | * | * | 3,75 |
| | CP/62 | * | * | * | 3,86 | | | | | | CP/62a | * | * | * | 5,3 |
| | | | | | | | | | | | CP/62b | * | * | * | 5,3 |
| | CP/63 | * | * | * | 5,62 | | | | | | CP/63 ₄₋₁₄ | * | * | * | 2,45 |
| | | | | | | | | | | | CP/63 ₃₉₋₄₅ | * | * | * | 1,9 |
| | | | | | | | | | | | CP/64a | * | * | * | 5,68 |
| | CP/64 | * | * | * | 5,53 | | | | | | CP/64 ₂₅₋₂₈ | * | * | * | 2,8 |
| | CP/65 | * | * | * | 2,94 | | | | | | CP/64 ^{'04} | * | * | * | 3 |
| Total | 16 | 14 | 8 | 6 | 67,25 | 13 | 12 | 5 | 1 | 45,36 | 39 | 28 | 13 | 7 | 155,3 |

Fig. 4.63. Listado de muestras correspondientes a las campañas 2001, 2002 y 2004 en el afloramiento 5 de la sucesión de Comote.

4.4.2. Sucesión de La Guàrdia d'Ares.

La sucesión general de La Guàrdia d'Ares (LGA) se encuentra en Les Valls d'Aguilar (Alt Urgell), entre Noves de Segre y La Guàrdia d'Ares, en la margen derecha de la carretera LV-5134 (ver Figs. 4.64A y B y 4.65). Los materiales de esta sucesión comprenden una edad desde el Emsiense (Devónico Inferior) hasta el Carbonífero. A unos 5,5 km. de la población de La Guàrdia d'Ares, aflora una secuencia más o menos continua de materiales calizos pertenecientes a las siguientes unidades: Fm. Castanesa, Fm. Villech, Fm. Comabella, Fm. Mena, Fm. Barousse y Fm. Bellver.

El intervalo estudiado aquí comprende desde el Eifeliense superior al Frasnense Inferior que equivale parte del corte 01 de Boersma (1973: 308). La sucesión estudiada corresponde a la transición de las calizas rojas-rosáceas (correspondiente a la Fm. Villech) a grises claras (Fm. Comabella).

Basándose en los datos de referencia de Boersma (1973), se muestreó en 2003 con más detalle el intervalo comprendido entre

el Eifeliense superior y el Frasnense Inferior que comprenden parte de las Fm. de Villech y Fm. de Comabella. Fue un total de 79 muestras que están indicadas en "rojo".

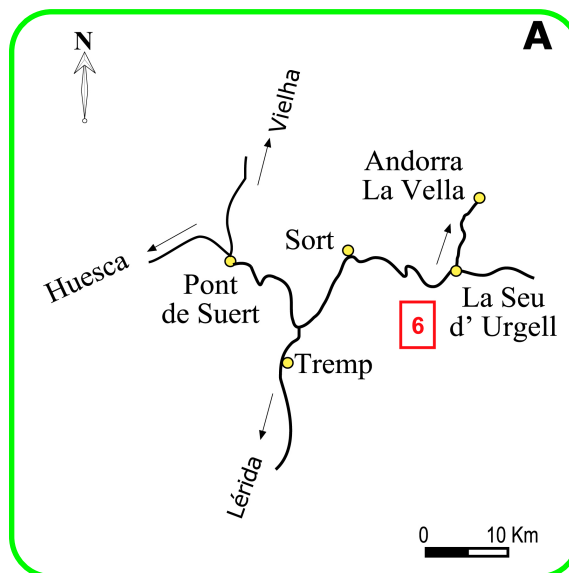


Fig. 4.64 A: Situación geográfica general de las secciones LGA y LGA-I (6).

En las campañas del 2004 y 2006, el muestreo se centró en torno a los posibles límites, inferior y superior del Givetiense. Además, se tomaron muestras en aquellos niveles que en la campaña anterior no dieron resultados significativos. Por tanto, fueron 27 muestras más en el 2004, indicadas en "verde" y 23 muestras en el 2006 indicadas en "morado".

Por tanto, el número total de muestras tomadas fue de 129, todas ellas fueron procesadas para la obtención de microfósiles y algunas de ellas (ver tabla de muestras) también fueron cortadas y pulidas para la elaboración de láminas

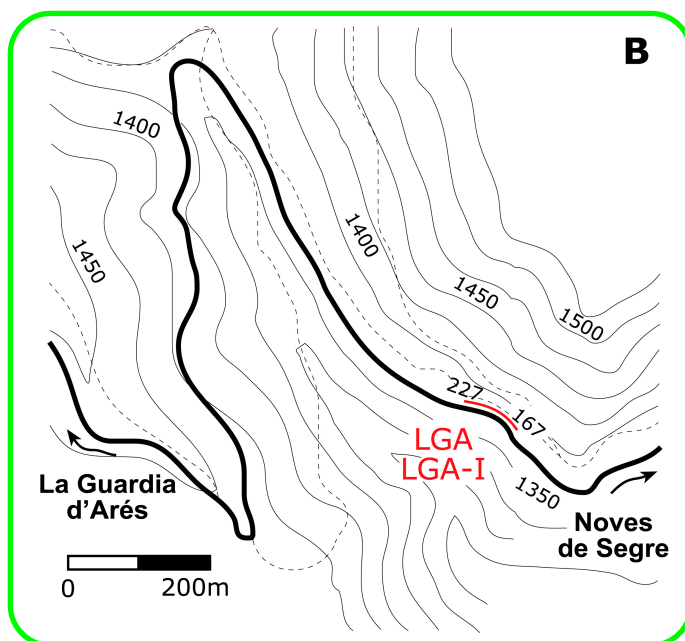


Fig. 4.64 B: Detalle en el mapa topográfico de las secciones estudiadas. LGA: tramos 167 (el inferior) y 227 (el superior); LGA-I: tramos 1 (el inferior) y 9 (el superior). Intervalo de las curvas de nivel, 25 m.

delgadas para un posterior estudio de microfacies (Figs. 4.81 al 4.84).

En general, la sucesión de La Guàrdia d'Ares está compuesta por bancos de calizas, de espesores poco potentes, de buzamiento sub-vertical, que son interrumpidos por una falla normal (tramo 180); a continuación les siguen bancos calizos más potentes constituyéndose dentro de la estructura de un pliegue anticlinal. Debido a la tectónica complicada de esta sucesión, se muestrearon materiales de ambos flancos del pliegue y una pequeña sección adicional LGA-I (ver Fig. 4.66).

El intervalo estudiado de la sucesión de La Guàrdia d'Ares comprende 3 afloramientos: La sección LGA los tramos 167-227 (excepto los tramos 193-181, ver más abajo), LGA-I (tramos 1-9) y LGA Pliegue Flanco Este (tramos 193-181).

Por sus características litológicas, se han reconocido 2 tipologías que son:

Tipo 1: constituido por calizas grises, masivas, asociadas a estructuras onduladas. Dominan principalmente en los tramos intermedios. Por tanto, los tramos 174, 194, 198-217, 222 y 223 corresponden a este grupo.

Tipo 2: agrupa a los bancos de calizas nodulares de estructura laminar y/o tabular. Este tipo de litología dominan en los tramos inferiores y superiores. Pertenecen a este tipo, los tramos 167-193 (excepto 174), 218-221, 224-227 y todos los tramos de la sección LGA-I

A continuación se describe en orden estratigráfico ascendente las características observadas de la columna litoestratigráfica.



Fig. 4.65. Vista panorámica de la sucesión de La Guàrdia d'Ares (indicada con una flecha).

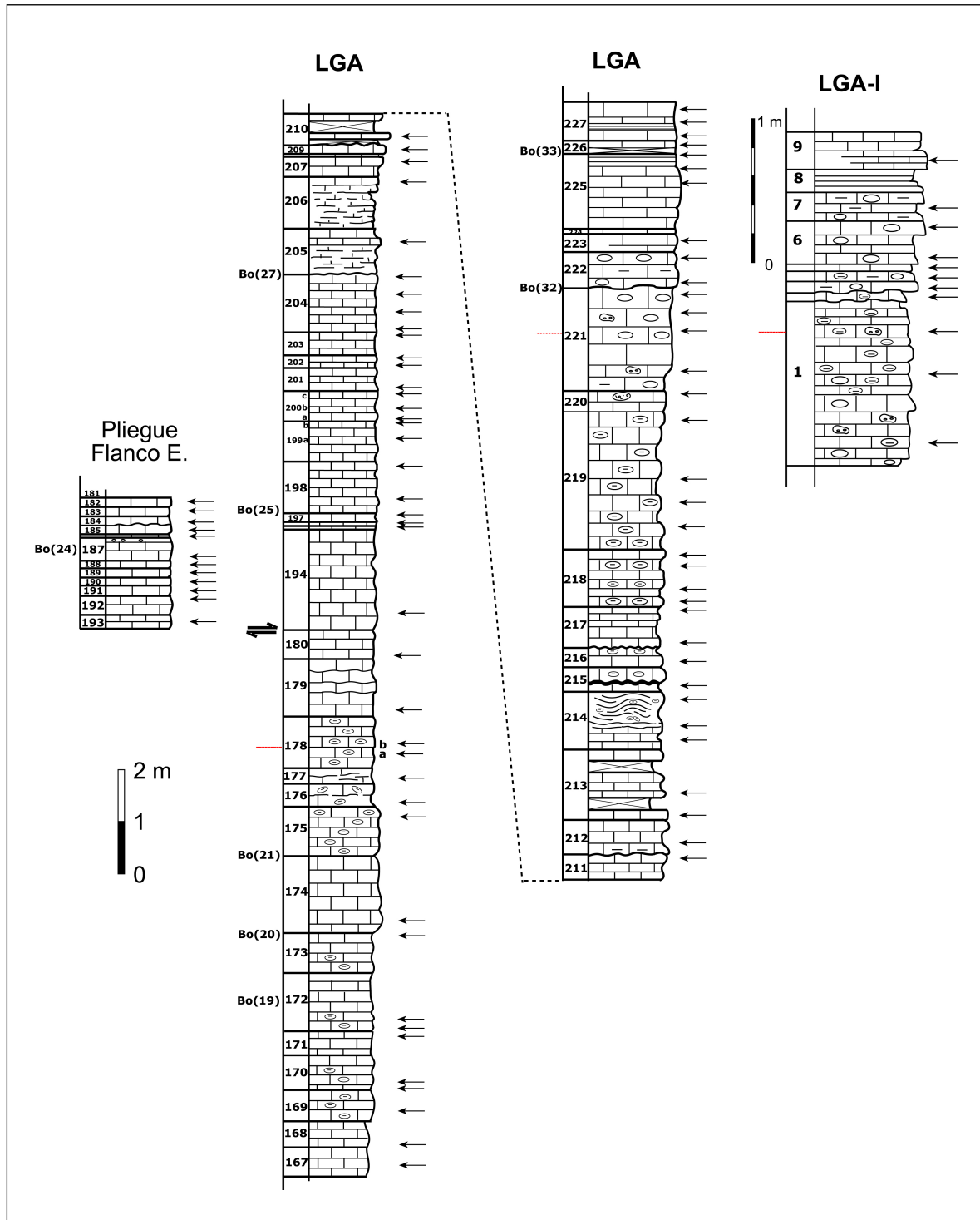


Fig 4.66. Columna estratigráfica dividida en 3 afloramientos: LGA, LGA-I y LGA Pliegue Flanco Este.

Afloramientos de la sección de LGA:
(Figs. 4.67 - 4.69)

Tramo 167: Caliza roja-anaranjada, de unos 60 cm de espesor, que en superficie presentan nódulos/brechas interpenetrados que en ciertos niveles forman una estructura bandeada. La muestra **LGA 167** se sitúa entre los 13 y 25 cm inferiores.

Tramo 168: Un banco de caliza de 50-56 cm de espesor, con superficies irregulares y fuerte esquistosidad. Lateralmente, esta capa se junta con el tramo 169. La muestra **LGA 168** procede de los 9 cm inferiores.

Tramo 169: Caliza de color anaranjado, de unos 65-70 cm de espesor y con aspecto brechoide. La muestra **LGA 169** se tomó entre los 15 y 25 cm inferiores.

Tramo 170: paquete de caliza azulada/grisácea masiva, de 70 cm de potencia, con pseudo-brecha roja. Dos muestras consecutivas: **LGA 170₍₀₋₁₀₎**: muestra de los 10 cm inferiores; **LGA 170₍₁₀₋₁₉₎**: muestra por encima de la anterior, entre los 10 y 19 cm.

Tramo 171: Caliza roja, de 40 cm de espesor, cuyo contacto inferior no se aprecia con claridad. **LGA 171**: Muestra tomada en los 12 cm superiores.

Tramo 172: Intervalo de 110 cm de potencia de caliza de tonalidades rojiza-rosácea. La base es más brechoide y de color rojo. A 50 cm de la base se sitúa la muestra 0119 del corte LGA(1) de Boersma (1973). **LGA 172₍₄₋₁₆₎**: muestra correspondiente a la parte inferior entre 4-16 cm. ; **LGA 172₍₃₀₋₄₂₎**: muestra de la parte media, entre los 30-42 cm.

Tramo 173: Caliza rojiza a verdosa, de 72 cm de potencia, con pseudo-nódulos. La base es de aspecto brechoide y a techo se hace más compacta. La muestra 0120 de Boersma (1973) se sitúa en el techo del tramo. La muestra **LGA 173** se sitúa en los 7 cm superiores.

Tramo 174: Unos 130-135 cm de potencia de caliza masiva, de color rojo-

naranja. Lateralmente, pueden distinguirse varios niveles/capas que se amalgaman. La muestra **LGA 174** se ha tomado entre los 3 y 25 cm de la base.

Tramo 175: Caliza nodular, de color gris, de 86 cm de potencia. La muestra 0121 del corte LGA(1) de Boersma (1973) se sitúa en el techo del tramo. La muestra **LGA 175** está tomada entre los 13 y 15 cm superiores; destaca la presencia de dacrioconáridos y ostrácodos.

Tramo 176: Caliza nodular irregular, de tonalidades grises-anaranjados, de 40 cm de espesor. **LGA 176** y **LGA 176'⁰⁶** son dos muestras que están situadas en los 15 cm inferiores.

Tramo 177: Caliza nodular, de color anaranjado, de 27 cm de espesor, que lateralmente se funde con los tramos 176 y 178. Se tomaron dos muestras: **LGA 177** y **LGA 177'⁰⁶** (ambas en los 18 cm basales).

Tramo 178: Conjunto de caliza roja, nodular, de 90 cm de potencia, donde se tomaron 3 muestras tomadas: **LGA 178a**: muestra situada entre 20 y 33 cm; **LGA 178b** y **LGA 178'^{06b}** ambas muestras situadas entre los 33 y 47 cm.

Tramo 179: Unos 100 cm de caliza gris, nodular muy irregular. Se han tomado dos muestras en los 12 cm inferiores : **LGA 179** y **LGA 179'⁰⁶**.

Tramo 180: Unos 50 cm parcialmente cubiertos de caliza gris-rosácea. Se han tomado tres muestras: **LGA 180**: Muestra procedente de los 10 cm inferiores; **LGA 180'⁰⁴** y **LGA180'⁰⁶**, ambas proceden de los 7 cm inferiores.

Sobre estos materiales, están en contacto tectónico otro conjunto de materiales que corresponden a materiales de los flancos del pliegue tectónico. La relación estratigráfica entre ambos conjuntos se determinó inicialmente por criterios de campo, y se confirmó posteriormente mediante la secuencia paleontológica.

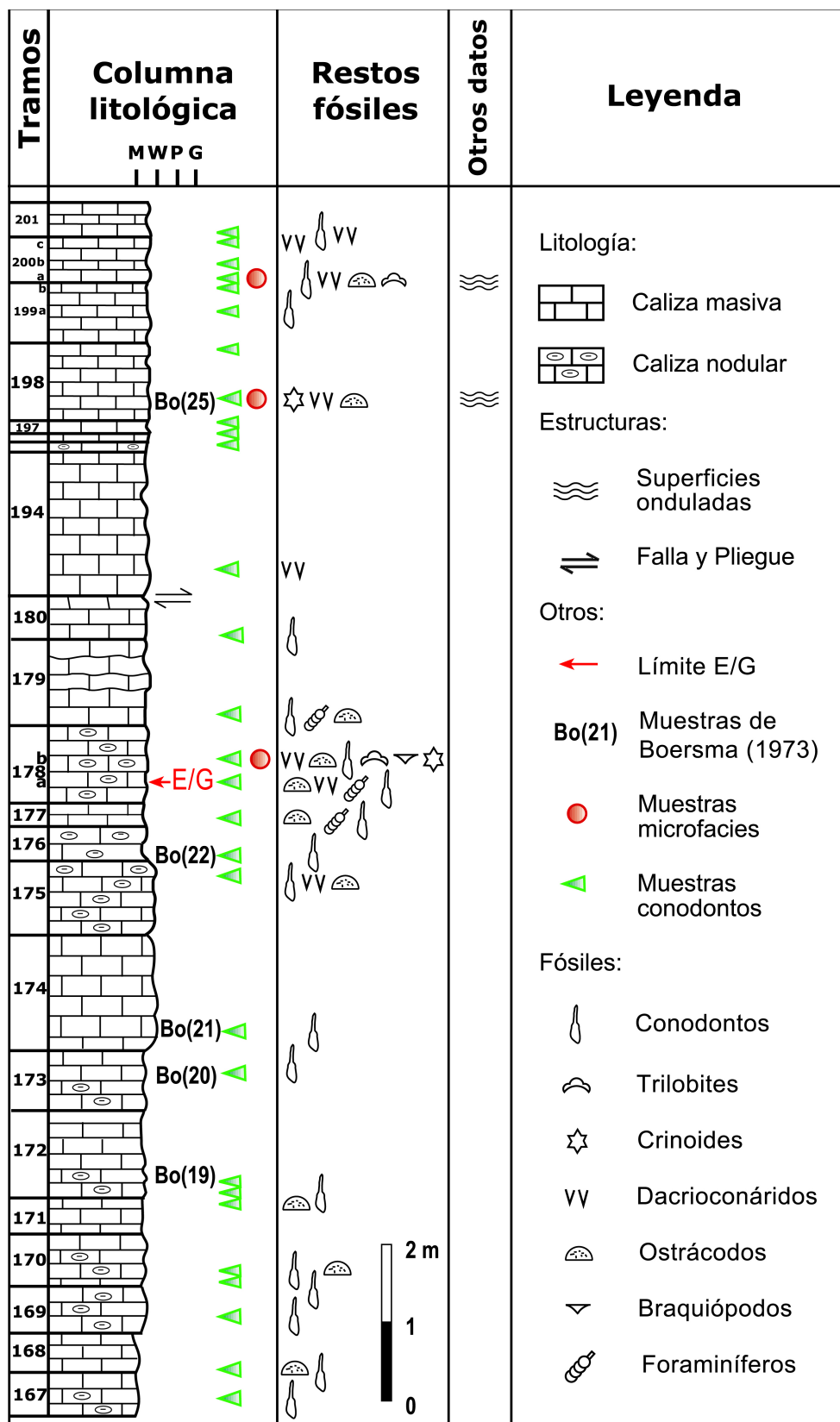


Fig. 4.67. Columna estratigráfica de la sección LGA con detalle de los tramos 167-201. Los tramos 167 al 174 corresponde a la zona trasicional de las Fms. Villech a Comabella.



Fig. 4.68. Aspecto de campo de los tramos inferiores 167-172, que muestra las calizas transicionales de las Fms. Villech a Comabella.

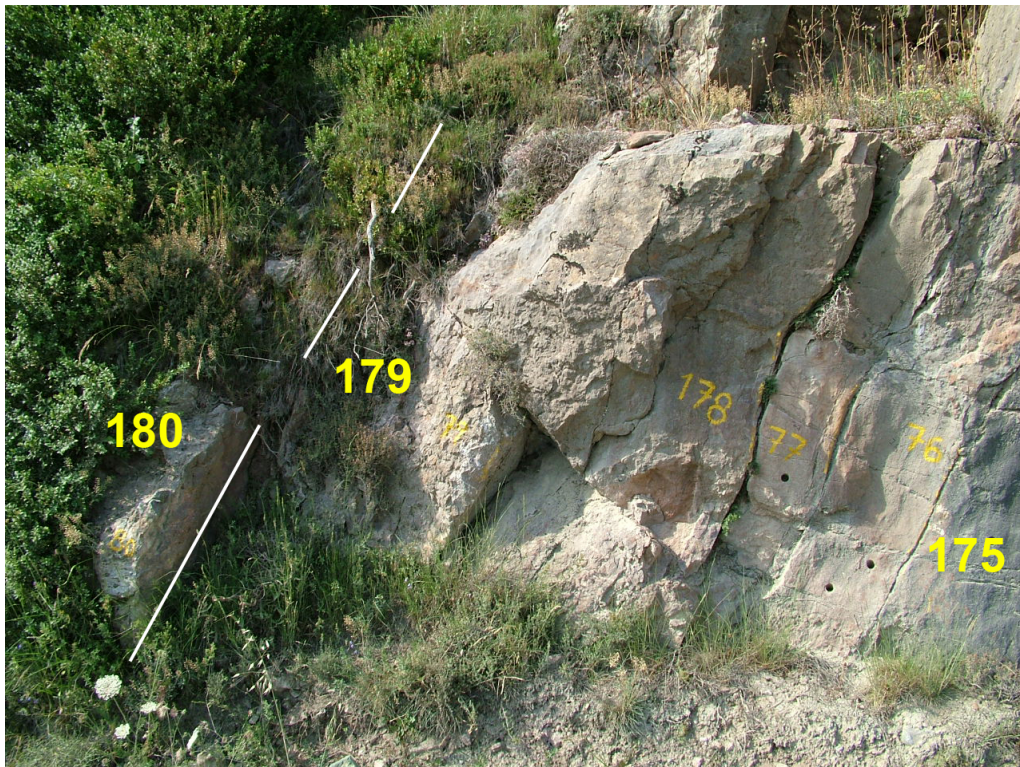


Fig. 4.69. Detalle de los tramos 175 al 180 (Fm. Comabella). Plano de falla (trazo blanco) entre los tramos 179 y 180.

El flanco Este del pliegue: está descrito aquí en orden estratigráfico ascendente pero el orden de numeración situada en la columna estratigráfica real es invertido. Por tanto, este flanco corresponde a los tramos 193-181 (ver Figs. 4.70 y 4.71).

Tramo 181: unos 200 cm de caliza gris-morada clara, de grano fino, de superficie nodular rosácea y con numerosas láminas irregulares más o menos continuas. Se han tomado dos muestras: **LGA 181:** muestra que se sitúa en los 10 cm superiores; **LGA 181b:** Muestra, situada en los 5 cm inferiores. Presencia de dacrioconáridos.

Tramo 182: Banco de caliza gris parda, de grano fino, de 14-15 cm de espesor, de superficie irregular y subdividido en 2 capas. La muestra **LGA 182** está tomada en toda la capa, en la que destaca la presencia de dacrioconáridos.

Tramo 183: Caliza gris oscuro, de grano fino y de espesor de 15 cm. Este tramo está dividido en 2 capas que presentan superficies muy irregulares. La muestra **LGA 183** está tomada en todo el tramo.

Tramo 184: Caliza gris oscuro, de unos 9 a 14 cm de espesor y de superficie ondulada. La muestra **LGA 184** está tomada en todo el tramo.

Tramo 185: Caliza gris, de grano fino, de 12 a 15 cm de espesor, con niveles arcillosos en sus base. **LGA 185:** muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 186: Caliza gris con niveles arcillosos, de 7 a 8 cm de espesor. Las muestras **LGA 186** y **LGA 186⁰⁶** fueron tomadas en todo el tramo.

Tramo 187: Caliza gris claro, de grano fino, de 47 cm de espesor, superficie compuesta por nódulos blancos dispersos. Equivale aproximadamente a la muestra 0124 de la sección LGA (1) de Boersma (1973). **LGA 187:** es la muestra tomada en los 14 cm inferiores.

Tramo 188: Caliza gris claro, de grano fino, de 13 a 15 cm de espesor. De base a techo, la superficie está formada por un aumento de nódulos blancos de pequeño tamaño. A techo, se produce una superficie erosiva más o menos continua. **LGA 188:** muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 189: Caliza gris, de unos 15 a 16 cm de espesor y en su superficie se observa algunos nódulos distribuidos al azar. **LGA 189:** la muestra está situada en los 10 cm superiores.

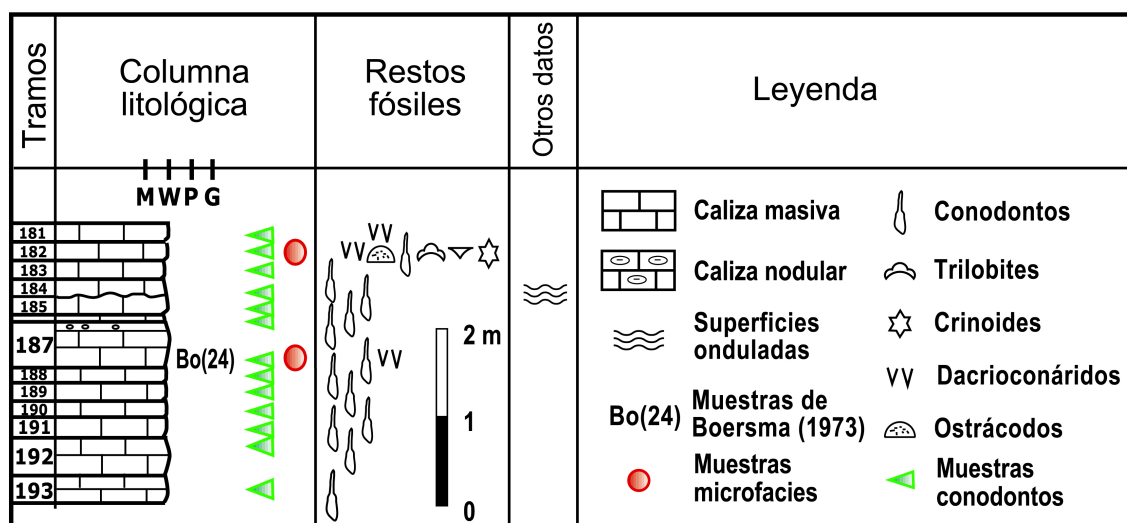


Fig. 4.70. Columna estratigráfica del flanco E de la sección LGA con detalle de los tramos 193-181.

Tramo 190: Caliza gris, de 10 a 14 cm de espesor que lateralmente se acuña. **LGA 190:** muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 191: Caliza gris de grano fino, de 14 a 18 cm de espesor, parcialmente nodular y se acuña con el tramo 192. **LGA 191:** muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 192: Caliza ligeramente nodular,

de color rosáceo, de unos 33 cm de espesor, con superficie erosiva en su base y dividida en 2 capas. **LGA 192:** La muestra procede de los 13 cm superiores.

Tramo 193: Banco de caliza gris clara, de grano fino, de unos 20 cm de espesor y de estructura laminar. **LGA 193:** muestra en todo el tramo.

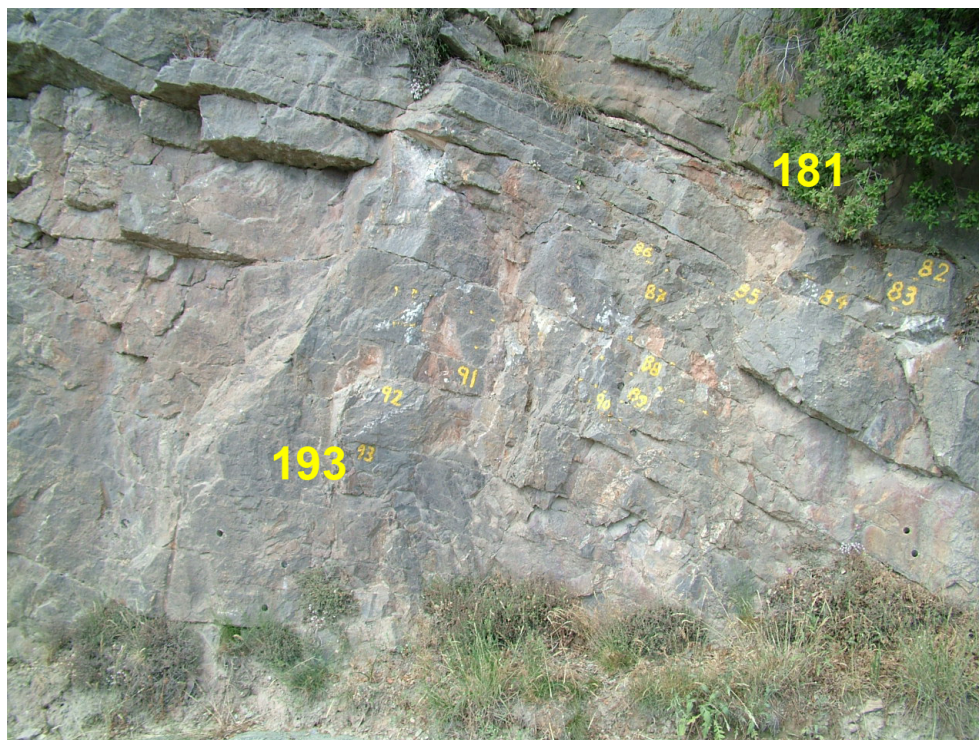


Fig. 4.71. Vista de los tramos 181-193, correspondientes al flanco E del pliegue.

El flanco Oeste del pliegue: está descrito aquí en orden estratigráfico ascendente. Por tanto, este intervalo empezaría a partir del tramo 194 y alcanzaría hasta el tramo 227 (Ver Figs. 4.72 - 4.78).

Tramo 194: Paquete de caliza gris masiva, de grano muy fino, de aproximadamente 175 cm de potencia. Presencia de niveles arcillosos, con estructuras laminadas, en los 50 cm superiores. **LGA 194:** La muestra tomada se sitúa entre los 50 y 70 cm inferiores que contiene dacrioconáridos.

Tramo 195: Caliza gris rosácea, de grano fino, de 10 cm de espesor y de superficie

nodular. **LGA 195:** muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 196: Caliza de tonalidades grises-rosáceas, de grano muy fino, de 8 a 9 cm de espesor. **LGA 196:** muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 197: Caliza gris, de grano fino, de unos 16 cm de espesor y tableada. **LGA 197:** Muestra tomada en los 12 cm superiores.

Tramo 198: Caliza gris clara, que puede alcanzar 90 cm de potencia aproximadamente. Equivale aproximadamente a la muestra 0125 del corte LGA (1) de Boersma (1973). Se

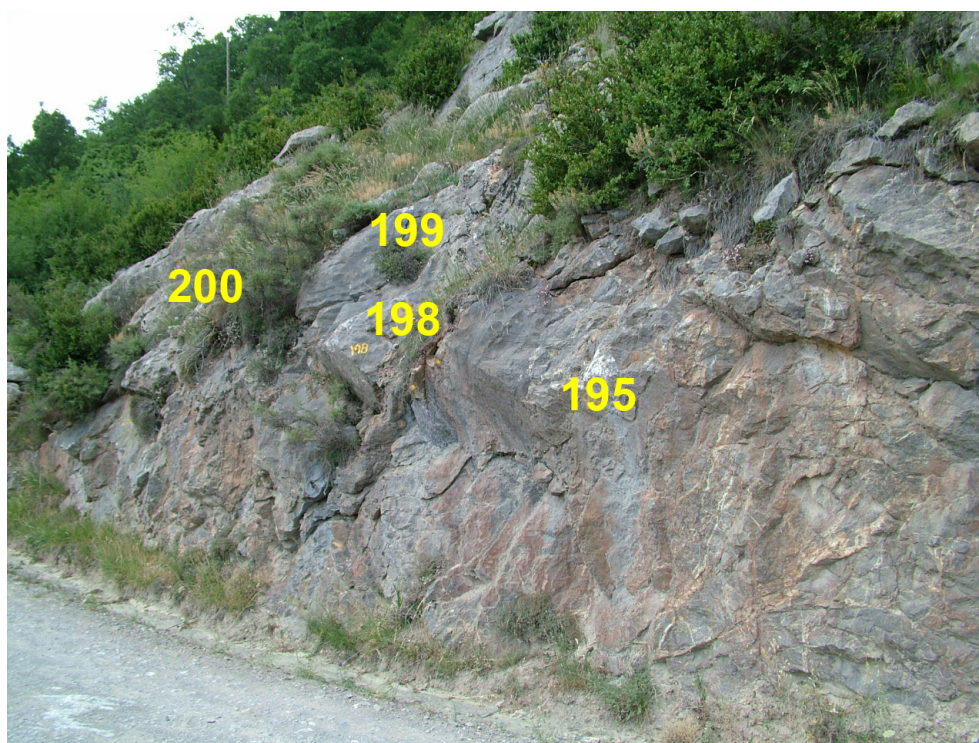


Fig. 4.72. Vista de los tramos 195-200, correspondientes al flanco O del pliegue.

tomaron dos muestras: **LGA 198**: muestra que se sitúa entre los 25 y 33 cm inferiores y **LGA 198 top**: muestra tomada en los 10 cm superiores.

Tramo 199: Intervalo de caliza gris clara, de unos 70 cm de potencia, que puede dividirse en dos capas: la inferior, de 25 cm de espesor y la superior, 45 cm. de espesor. **LGA 199a**: muestra de toda la capa inferior y **LGA 199b**: muestra situada en los 10 cm superiores.

Tramo 200: Conjunto de caliza gris-azulado, de grano fino, de 28-33 cm de espesor, de superficie irregular y subdividido en tres partes de espesores ligeramente diferentes: la inferior (10-12 cm); la intermedia (9-11 cm) y la superior (9-10 cm).

LGA 200a: muestra tomada en toda la capa, con abundancia de crinoideos a simple vista; **LGA 200b**: muestra de toda la capa; **LGA 200c**: muestra de toda la capa.

Tramo 201: Caliza gris azulada, de grano fino, de 35 a 40 cm de espesor. **LGA 201**: Muestra tomada en los 15 cm inferiores.

Tramo 202: Caliza gris-parda a azulada, de grano fino, de 15 a 22 cm de espesor y subdividida en 2 partes con sus espesores respectivos: la inferior, de 5-9 cm y la superior, de 10-13 cm. **LGA 202a** y **LGA 202'06a**: son muestras de la capa inferior que se han tomado en toda la capa; Son ricas en dacrioconáridos y ostrácodos. **LGA 202b**: muestra de toda la capa superior con menos contenido fosilífero.

Tramo 203: Caliza gris, de grano fino, 35 a 40 cm de espesor, con superficies erosivas e irregulares acompañadas de niveles arcillosos. **LGA 203**: la muestra está tomada en los 3 a 5 cm superiores, observándose secciones de dacrioconáridos a simple vista.

Tramo 204: Paquete de caliza gris-azulada, de grano fino, de 90 a 100 cm de potencia, de superficies irregulares. Se reconocen varias capas de las que se tomaron 4 muestras. En los 37 cm inferiores se han tomado 3 muestras consecutivas que son: **LGA 204₍₅₋₁₇₎** que corresponde a los 5 y 17 cm, **LGA 204₍₁₇₋₂₃₎**, entre los 17 y 23 cm y **LGA 204₍₂₃₋₃₇₎**, entre

los 23 y 37 cm; ésta equivaldría a la muestra 0127 del corte LGA(1) de Boersma (1973). La muestra **LGA 204^{top}** está situada en los 6-8 cm superiores.

Tramo 205: Paquete de caliza gris claro-azulado, de grano fino, de unos 80 cm de espesor, con superficies muy irregulares. **LGA 205** y **LGA 205⁰⁶** son dos muestras tomadas en los 12 cm superiores; ésta

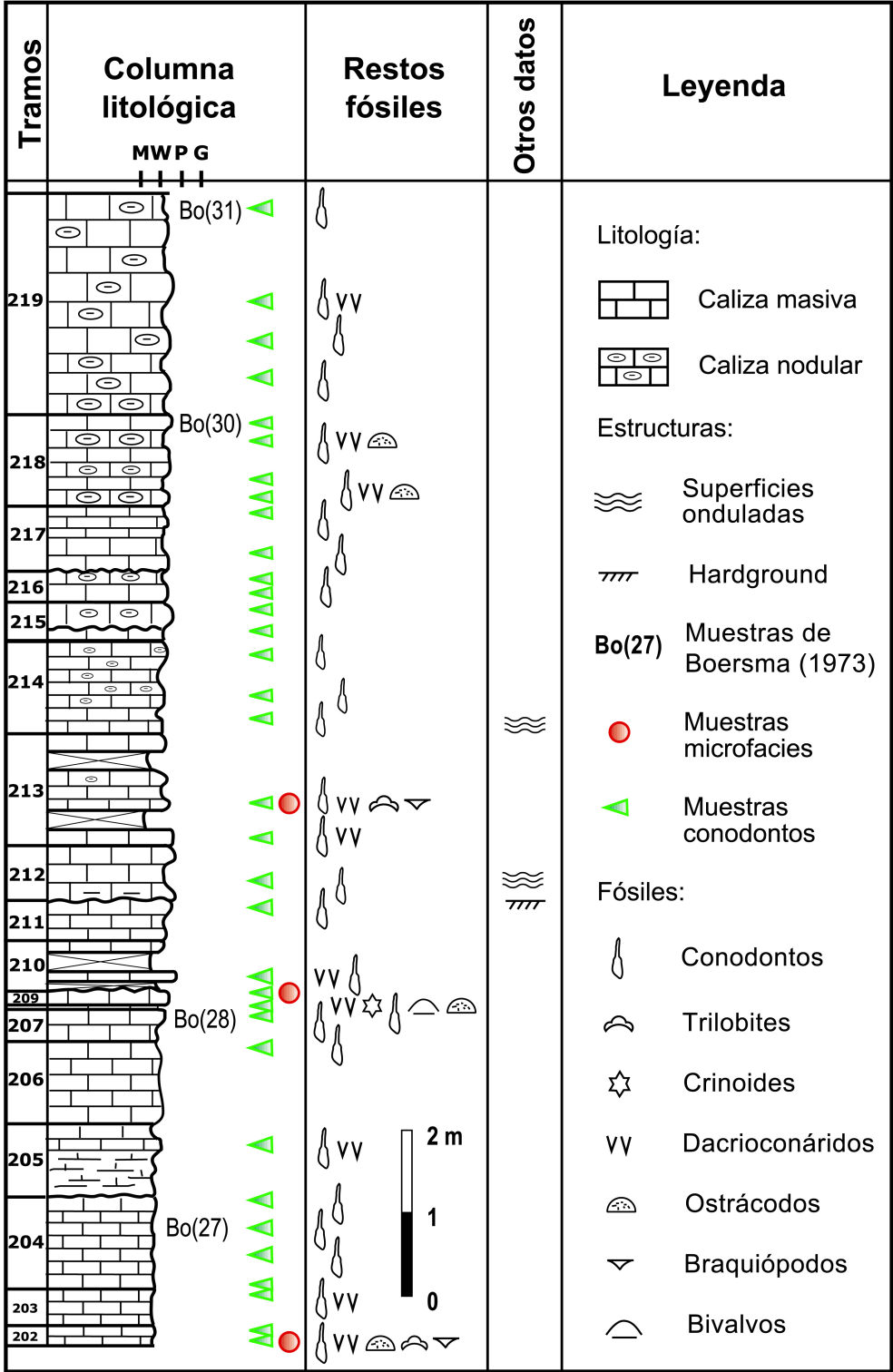


Fig. 4.73. Columna estratigráfica de la sección LGA con detalle de los tramos 202-219.

ultima equivale a LGA 205 top, que es una muestra para el análisis de microfacies.

Tramo 206: Paquete de caliza gris-azulada, de grano muy fino, de 80 a 90 cm de potencia, con superficie muy irregular. En la parte superior se reconocen 2 capas: una, de 5 a 6 cm y otra de 9 cm. La muestra **LGA 206**, de unos 10 cm fue tomada a 6 cm bajo del techo del tramo.

Tramo 207: Banco de caliza gris claro-azulado, de grano fino-medio, subdividido en 4 capas con superficies muy irregulares de un total de 33 cm de espesor (8, 8, 7 y 9-10 cm.). A partir de la última capa, se observa un ligero cambio de buzamiento. La muestra **LGA 207** está tomada en la última capa de 10 cm. que equivaldría aproximadamente a la muestra 0128 del corte LGA(1) de Boersma (1973).

Tramo 208: Caliza gris claro, de grano muy fino, de 7 cm de espesor, con abundancia de dacroconáridos, crinoideos, bivalvos y ostrácodos. La muestra correspondiente **LGA 208** está tomada en todo el tramo.

Tramo 209: Caliza gris oscuro, de grano muy fino, de unos 20 a 21 cm de espesor y se diferencian en 2 capas (8 y 12-13 cm), cuya base de la primera capa es erosiva, las dos capas están separadas por una superficie irregular y a techo de la segunda capa hay una superficie de hardground. La muestra **LGA 209** está tomada en los 13-14 cm inferiores.

Tramo 210: Caliza gris oscura, parcialmente cubierto, de grano fino, de unos 55 cm de potencia. La muestra **LGA 210** está situada entre los 10 y 18 cm inferiores.

Tramo 211: Caliza gris azulada, de grano fino y de 43 cm de espesor. El tramo está subdividido en 4 capas de diferente espesor, de superficies irregulares y erosivas de tipo hard-ground. La muestra **LGA 211** está tomada en los 9 cm superiores.

Tramo 212: Caliza gris-azulada, de grano muy fino y de 60 cm de potencia. Presentan superficies onduladas en la primera mitad y superficies laminadas en la segunda mitad. La muestra **LGA 212**: se sitúa entre los 22 y

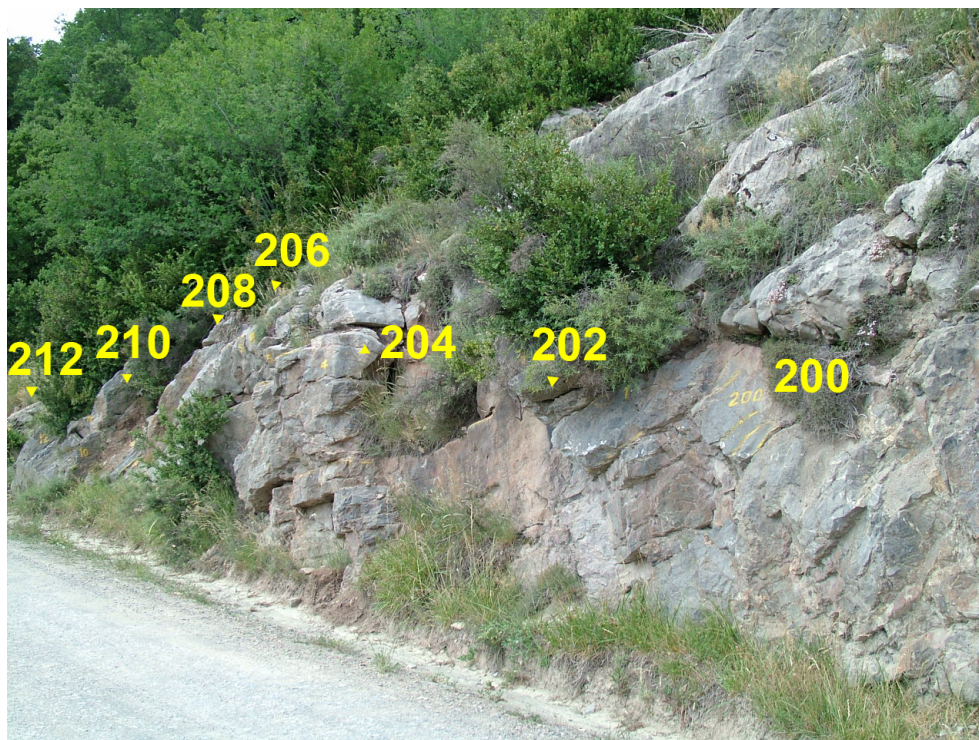


Fig. 4.74. Vista de campo de los tramos intermedios comprendidos entre 200-212.

32 cm inferiores; **LGA 212⁰⁶**: Otra muestra del mismo intervalo.

Por encima, hay un nivel muy meteorizado de 5-6 cm de espesor.

Tramo 213: unos 128-130 cm de potencia, parcialmente cubierto y meteorizado. En total se tomaron 3 muestras. En la base, aparece una capa de caliza, que varía de gris pardo a anaranjado, de unos 18 a 20 cm de espesor, de grano fino y de superficie irregular. La muestra **LGA 213a** se sitúa en los 3 cm superiores de esta capa, se observan secciones de dactioconáridos. Otra muestra tomada, en el mismo intervalo, es la **LGA 213a⁰⁴**.

La capa más superior, más cubierta, de grano muy fino, de color rosáceo a rojizo, con algunos nódulos aislados. La muestra **LGA 213b⁰⁴** también tomada en los 20 cm superiores.

Tramo 214: Conjunto de caliza de tonalidades rojo-rosáceo, de grano fino a muy fino, de unos 130 cm de potencia. Se reconocen 3 partes de variable espesor:

a) Banco de 55 cm de espesor, tonalidades rojo-rosácea, superficies irregulares, diferenciadas en varias capas. La muestra **LGA 214a** se sitúa en los 10 cm superiores de esta parte.

b) Banco de 47 cm de espesor, color gris oscuro a rojo, aspecto brechoideo, dividido en 2 capas. Muestra **LGA 214b** procede de los 7 cm superiores.

c) Banco de 28 cm, de color rosáceo, de superficie nodular que a veces se acuña con la capa anterior. Las muestras **LGA 214c** y **LGA 214c⁰⁴** proceden de los 8 cm más superiores.

Tramo 215: Banco de caliza gris, de grano fino, de unos 30 cm de espesor, parcialmente cubierto y meteorizado. Se reconocen 2 partes: la inferior, de 14 cm de espesor y la superior, de 16 cm; ésta se diferencia de la inferior en su aspecto nodular-brechoideo. La muestra **LGA 215a** se sitúa en los 14 cm inferiores; la muestra **LGA 215b** se tomó en los 10 cm superiores.

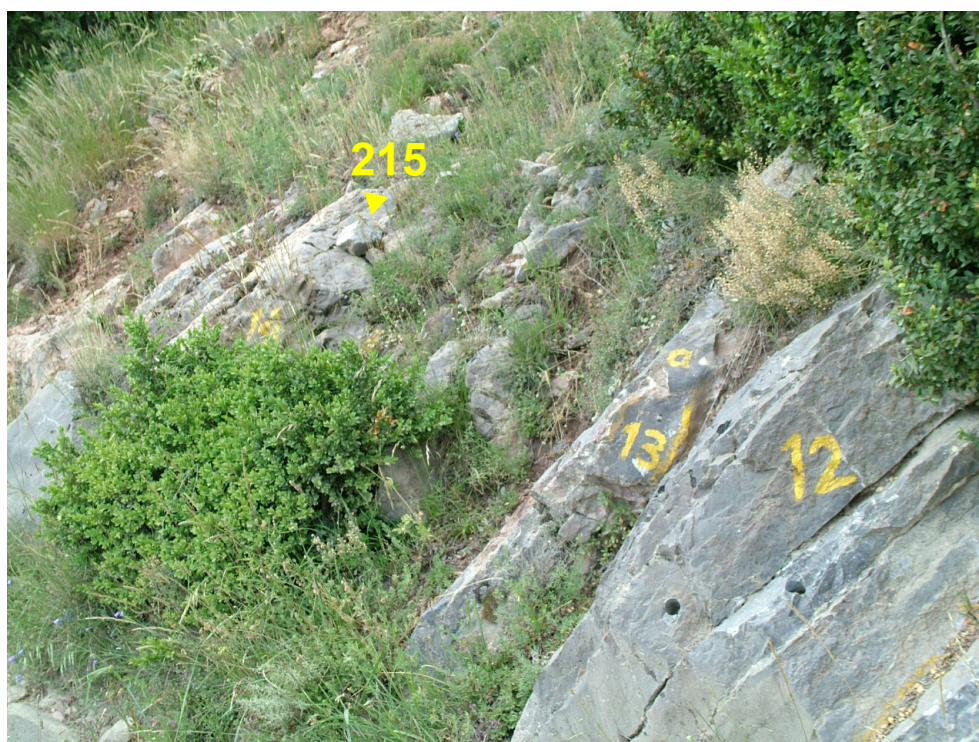


Fig. 4.75. Vista de campo de los tramos medios 212-215.

Tramo 216: parcialmente cubierto, de unos 35 cm de espesor. Se trata de caliza de color pardo rojizo, de grano fino, con superficie ligeramente nodular de tonalidad rosácea y de aspecto brechoide. Se reconocen 2 capas: “a” de 20 cm y “b” de 15 cm. Las muestras **LGA 216a** y **LGA 216a'⁰⁶** proceden de toda la capa inferior y la muestra **LGA 216b** procede de toda la capa superior.

Tramo 217: Caliza gris, de grano fino, de unos 70 cm de potencia y subdividida en 2 partes: la inferior “a”, de 55 cm de espesor, de tonalidad grisácea y aspecto masivo a ligeramente nodular. La muestra **LGA 217a** procede de los 25 cm inferiores; la superior “b”, de 15 cm de espesor, de tonalidad rosácea y de superficie claramente nodular. La muestra **LGA 217b** procede de toda la capa.

Tramo 218: Conjunto de caliza de colores gris a rosa, de grano fino a muy fino, de unos 100 cm de potencia, de aspecto masivo a nodular, con superficies onduladas que separan las distintas capas. A simple

vista, abundan restos de dacrioconáridos y ostrácodos. Las 4 muestras tomadas son:

LGA 218₍₈₋₃₀₎: muestra que sitúa entre los 8 y 30 cm inferiores, ligeramente nodular y más rosácea; **LGA 218₍₄₅₋₅₂₎** y **LGA 218'⁰⁶₍₄₅₋₅₂₎**: muestras que se sitúan entre los 45 y 52 cm, más nodular que la anterior; **LGA 218₍₇₈₋₈₈₎** y **LGA 218'⁰⁶₍₇₈₋₈₈₎**: muestras tomadas entre los 78 y 88 cm, también nodular; **LGA 218₍₈₈₋₁₀₀₎**: muestra que procede de los 12 cm superiores y que coincide con la muestra 0130 del corte LGA(1) de Boersma (1973). En esta capa, la parte inferior (unos 5 cm inferiores) es algo oscura y sin nódulos y la parte superior, es más clara, rosácea y nodular.

Tramo 219: intervalo de unos 240 cm de potencia, con intercalación de caliza nodular y algunos niveles de arcillas. Se tomaron las siguientes muestras:

LGA 219₍₄₈₋₅₆₎: muestra de grano muy fino que se sitúa entre los 48 y 56 cm de la base, con aspecto de brechas y de color rosáceo claro; **LGA 219₍₈₄₋₉₀₎**: muestra de grano fino que se sitúa entre los 84 y 90 cm;

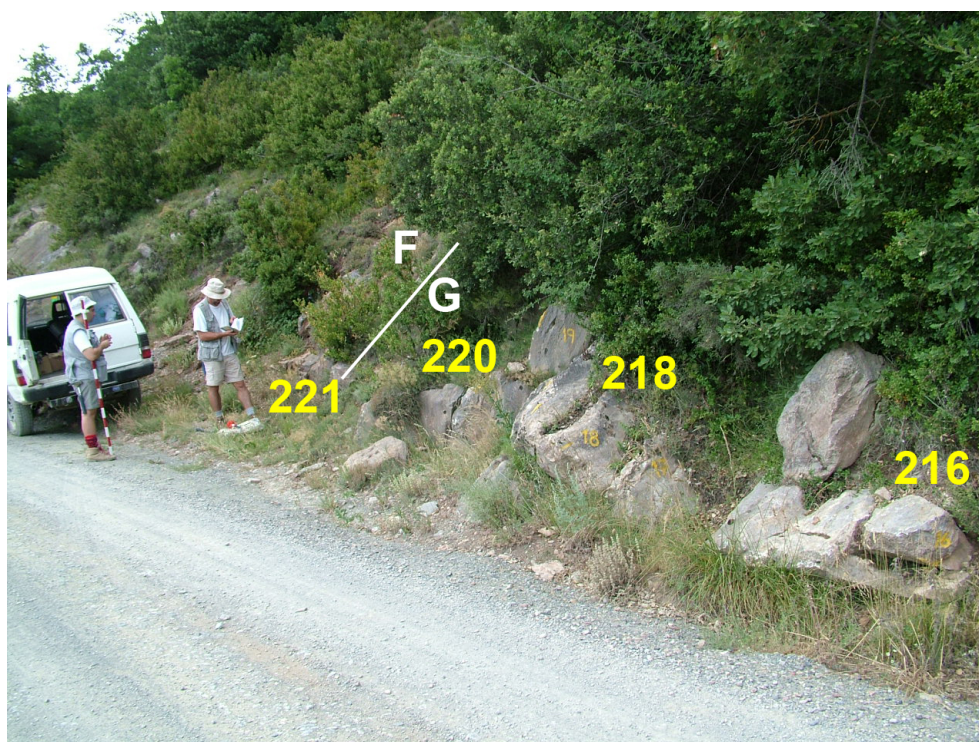


Fig. 4.76. Vista de campo de los tramos 216 y 221.

LGA 219₍₁₀₈₋₁₂₀₎: muestra de grano fino que se sitúa entre los 108 y 120 cm. Abundan restos de dacrioconáridos; **LGA 219**₍₂₂₅₋₂₄₀₎ y **LGA 219**⁰⁶₍₂₂₅₋₂₄₀₎: muestras que proceden de los 15 cm superiores y equivalentes a la muestra 0131 del corte LGA(1) de Boersma (1973).

Tramo 220: Se trata de una caliza, de tonalidades pardo-rojiza, de grano fino y de 42 cm de espesor. Niveles de arcillas que aparecen limitando las superficies irregulares de posibles brechas intraformacionales. Las muestras **LGA 220** y **LGA 220**⁰⁶: se sitúan en los 17 cm superiores.

Tramo 221: se trata de un intervalo de unos 200 cm de potencia, parcialmente cubierto pero con niveles calizos, de grano muy fino, bien formados, de aspecto masivo en general, pero pueden diferenciarse varios niveles. Se tomaron en total 7 muestras (ver Fig. 4.78):

LGA 221₍₃₋₈₎: muestra de una capa de 5 cm que desaparece lateralmente; **LGA 221**₍₈₋₁₆₎: muestra de una capa de 8 cm, ligeramente nodular; **LGA 221**₍₄₆₋₅₁₎:

muestra de una capa de 5 cm, cuya parte inferior es parda-gris y sin brechas y la parte superior es rosácea con aspecto brechoide. Presencia de dacrioconáridos; **LGA 221**₍₁₂₂₋₁₃₀₎ y **LGA 221**⁰⁶₍₁₂₂₋₁₃₀₎: muestras que proceden de una capa de 8 cm y de aspecto nodular; **LGA 221**₍₁₅₂₋₁₆₀₎: muestra que procede de una capa de tonalidades grises a rosáceas. Los niveles nodulares-brechoides están separados por niveles de arcillas; **LGA 221**₍₁₉₅₋₂₀₀₎: muestra que procede de una capa de 5 cm, de superficie ondulada. Presencia de dacrioconáridos y ostrácodos. Esta muestra equivale aproximadamente a la muestra 0132 del corte LGA(1) de Boersma (1973).

Tramo 222: Se caracteriza por un conjunto de caliza gris, de grano fino a muy fino, de unos 70 cm de potencia, con superficies irregulares y onduladas; éstas, separadas por niveles de arcillas, que permiten reconocer varias capas individuales. Las muestras: **LGA 222**₍₁₀₋₁₆₎ y **LGA 222**⁰⁶₍₁₀₋₁₆₎: proceden de los 10 a 16 cm inferiores, se observan bioturbación: La muestra **LGA 222**₍₅₆₋₆₂₎: procede de los 56 a 62 cm.

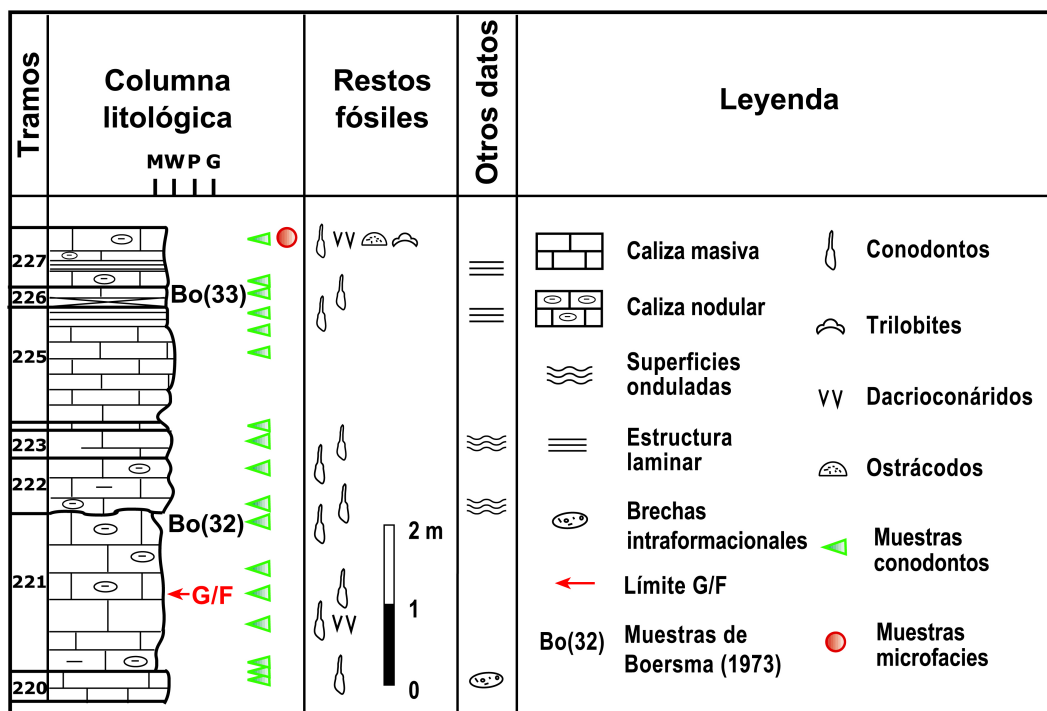


Fig. 4.77. Columna estratigráfica de la sección LGA con detalle de los tramos superiores 220-227.



Fig. 4.78. Vista detallada del tramo 221 indicando el límite G/F.

Tramo 223: Caliza gris, de grano fino, de 35 cm de espesor, de aspecto masivo y que lateralmente puede subdividirse. **LGA 223:** Muestra tomada en toda la capa.

Tramo 222: Se caracteriza por un conjunto de caliza gris, de grano fino a muy fino, de unos 70 cm de potencia, con superficies irregulares y onduladas; éstas, separadas por niveles de arcillas, que permiten reconocer varias capas individuales. Las muestras: **LGA 222₍₁₀₋₁₆₎** y **LGA 222'⁰⁶₍₁₀₋₁₆₎**: proceden de los 10 a 16 cm inferiores, se observan actividad de bioturbación: La muestra **LGA 222₍₅₆₋₆₂₎**: procede de los 56 a 62 cm.

Tramo 223: Caliza gris, de grano fino, de 35 cm de espesor, de aspecto masivo y que lateralmente puede subdividirse. **LGA 223:** Muestra tomada en todo el tramo.

Tramo 224: Caliza gris, de grano fino, de 30 cm de espesor, de aspecto laminar, con presencia de nódulos o a veces escasas brechas. **LGA 224:** La muestra se sitúa en los 10 y 11 cm superiores.

Tramo 225: se trata de un intervalo de unos 150 cm de potencia, de caliza roja, de grano fino a muy fino, aspecto tableado y laminado. Las muestras recolectadas fueron: **LGA 225₍₈₀₋₈₈₎** y **LGA 225'⁰⁶₍₈₀₋₈₈₎**: procedentes de una capa de 8 cm de espesor; **LGA225₍₁₁₀₋₁₁₅₎**: muestra de una capa individualizada de 5 cm y **LGA 225^{top}**: muestra que sitúa entre en los 10 y 17 cm superiores.

Tramo 226: banco de caliza gris rojiza, de grano fino, de unos 15 cm de espesor, diferenciado en 2 capas: la inferior, calcilutita, de aspecto laminado y la superior, de aspecto masivo. La muestra **LGA 226** se sitúa en los 5 cm superiores y equivale a la muestra 0133 del corte LGA(1) de Boersma (1973). Por encima, unos 15 cm cubiertos parcialmente de material arcilloso.

Tramo 227: Se trata de un intervalo calizo, de 40 cm de espesor, divisibles en dos partes: la inferior (20-24 cm), rojiza, nodular y laminada con alternancia de niveles de arcillas, y la superior, de

superficie gris y de aspecto más brechoideo. Las muestras tomadas son: **LGA 227a**: muestra situada en los 6 a 8 cm

inferiores, de grano fino y **LGA227b**: muestra situada en los 3 cm superiores, de caliza gris, de grano fino a muy fino.

Afloramiento de la sección LGA-I (Figs. 4.79 y 4.80)

Para contrastar los resultados en las proximidades del límite Givetense/Frasniense, se realizó un corte adicional denominado LGA-I. Esta sección alcanza un intervalo de unos 220 cm de potencia y se sitúa a 3 m. de altura, en la ladera N por encima del límite G/F en LGA (concretamente, entre las capas 220-224).

Los tramos que comprenden este intervalo se describen a continuación:

Tramo 1: se trata de un intervalo de 120 cm de potencia de caliza de grano fino, de colores que varían (de base a techo) desde rojo, pardo rojizo hasta gris claro. Aspecto nodular o brechoide alternando con láminas arcillosas. Se tomaron 3 muestras:

LGA-I/1a: Muestra situada entre los 9 y 19 cm inferiores. Presenta pseudo-nódulos, de color rojo intenso con verde-grisáceo; **LGA-I/1b:** Muestra entre los 72 y 84 cm. Matriz de color gris con nódulos rosados; **LGA-I/1c:** Muestra situada en los 5 cm superiores. Color pardo-gris con escasos nódulos rosáceos.

Tramo 2: Caliza gris de grano fino, de 3-5 cm de espesor con cierto aspecto superficial nodular de color rosáceo. La muestra **LGA-I/2** se tomó en toda la capa.

Tramo 3: Caliza gris, de grano fino, de 8 cm de espesor, con nódulos aislados y presenta una superficie ondulada. La muestra **LGA-I/3** procede de toda la capa.

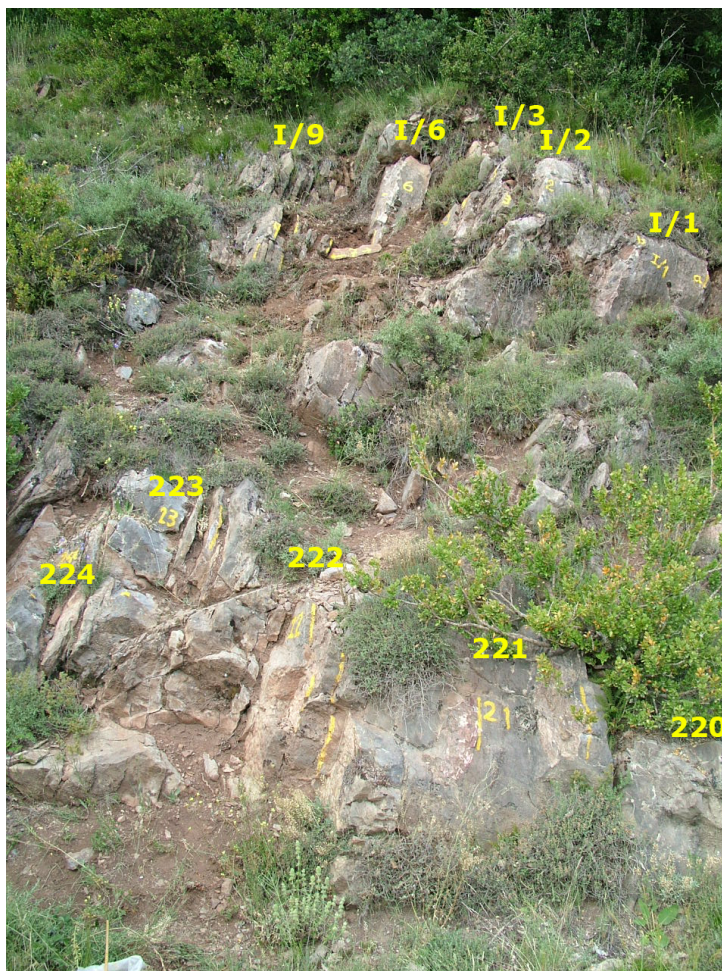


Fig. 4.79. Vista de campo de la correlación física de los tramos superiores de ambas. La sección LGA comprende los tramos 221-224 y la sección LGA-I comprende los tramos I/1-9.

Tramo 4: Caliza gris, de 5 cm de espesor, de similar aspecto que el anterior. La muestra **LGA-I/4** procede de todo el tramo.

Tramo 5: Caliza gris de 5 cm de espesor. La muestra **LGA-I/5** se tomó en todo el tramo.

Tramo 6: Banco de caliza gris, de aproximadamente 30 cm de espesor, de grano fino con aspecto superficial nodular de tono rosáceo. El techo de este tramo se correlaciona con la capa donde se ha tomado la muestra **LGA222₍₁₀₋₁₆₎**. Se tomaron dos muestras:

LGA-I/6a: muestra en la capa inferior de 5 cm.; **LGA-I/6b** y **LGA-I/6b'⁰⁶**: muestras en los 5-7 cm superiores, de una capa de 25-26 cm de espesor.

Tramo 7: Caliza gris, de unos 35 cm de espesor, de grano muy fino, tableada. Se reconoce 3 a 4 capas. **LGA-I/7**: muestra tomada tanto para el estudio micropaleontológico como de microfacies situada en los 5 cm superiores.

Tramo 9: Caliza gris, de 10-15 cm de espesor, de grano muy fino, tableada. Se reconocen 2 capas. La muestra **LGA-I/9a**: se tomó en la capa inferior, en los 5 cm inferiores.

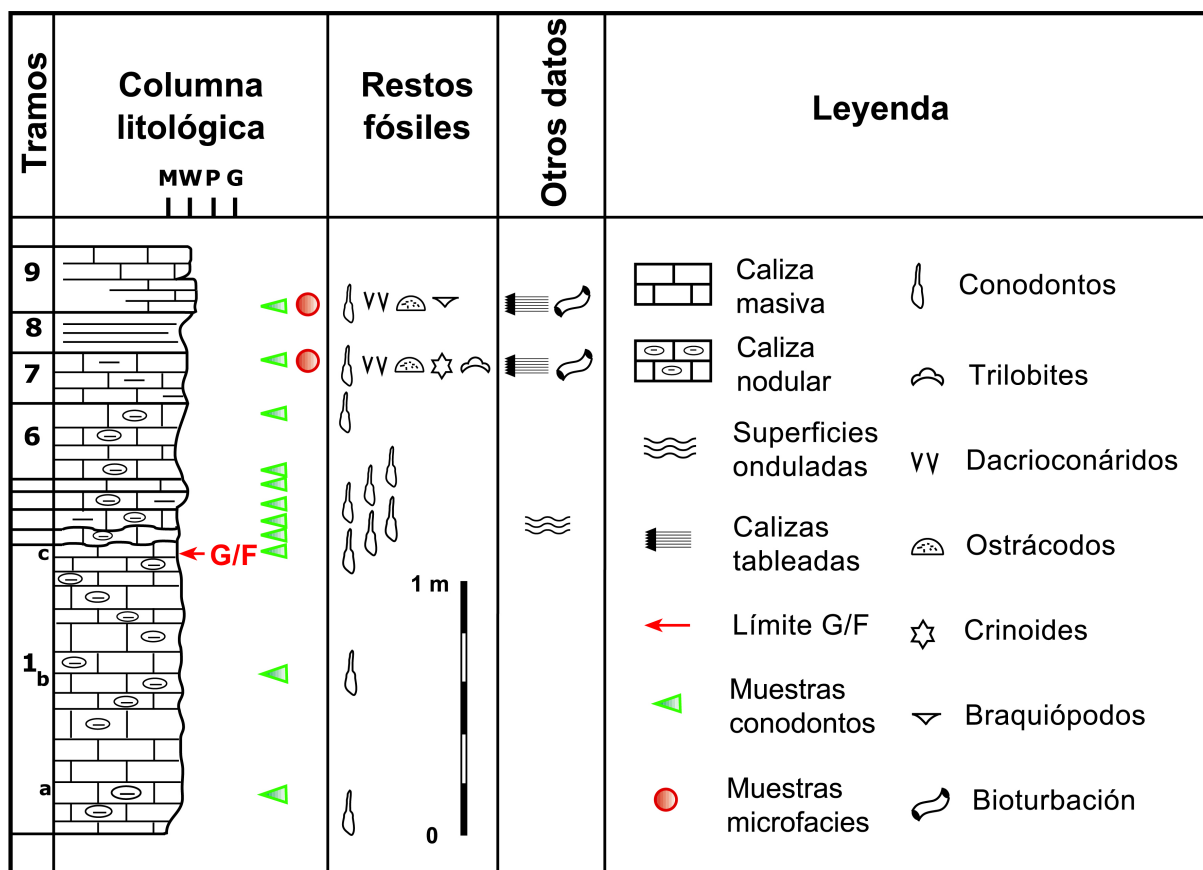


Fig. 4.80. Sección LGA-I. Intervalo superior. Tramos 1-9.

| Corte | Campaña 2003 | | | | | Campaña 2004 | | | | | Campaña 2006 | | | | |
|--------------------|-------------------------|--------|-------|---------|---------|------------------------|--------|-------|---------|---------|--------------------------------------|--------|-------|---------|---------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| La Guardia d' Arès | | | | | | LGA167 13-25 | * | | | 2,8 | | | | | |
| | | | | | | LGA 168 9cm inf | * | * | | 4,4 | | | | | |
| | | | | | | LGA169 15-25 | * | | | 2,65 | | | | | |
| | | | | | | LGA170 0-10 | * | | | 3,4 | | | | | |
| | | | | | | LGA170 10-19 | * | * | | 2,65 | | | | | |
| | | | | | | LGA 171 12cm sup. | | * | | 5,28 | | | | | |
| | | | | | | LGA172 4-16 | * | | | 8,35 | | | | | |
| | | | | | | LGA172 30-42 | | | | 3,2 | | | | | |
| | | | | | | LGA 173 7cm sup. | * | | | 4,1 | | | | | |
| | | | | | | LGA174 3-25 | * | | | 7,52 | | | | | |
| | LGA175 13-15 cm sup. | * | * | | 2,52 | | | | | | LGA 176' ⁰⁶ 15cm inf | * | | | 9,58 |
| | LGA 176 15cm inf. | * | | | 4,92 | | | | | | LGA 177' ⁰⁶ 18 cm inf. | * | | * | 2,5 |
| | LGA 177 18 cm inf. | * | * | | 5,9 | | | | | | LGA 178b' ⁰⁶ 33-47 | * | | | 3,28 |
| | LGA 178a | * | * | | 13,66 | | | | | | LGA 179' ⁰⁶ 12 cm inf. | * | | | 5,24 |
| | LGA 178b 33-47 | * | * | * | 3,24 | | | | | | LGA 180' ⁰⁶ | * | | | 2,2 |
| | LGA 179 12 cm inf. | | * | | 3,08 | LGA 180' ⁰⁴ | * | | | 5,9 | | | | | |
| | LGA 180 10 cm inf. | * | | | 6 | LGA 181b | * | | | 1,58 | | | | | |
| | LGA 181 | * | | | 4,8 | | | | | | | | | | |
| | LGA 181 10 cm sup. | * | | | 2,4 | | | | | | | | | | |
| | LGA 182 | * | * | * | 11,96 | | | | | | | | | | |
| | LGA 183 | * | | | 8,14 | | | | | | | | | | |
| | LGA 184 | * | | | 7,5 | | | | | | | | | | |
| | LGA 185 | * | | | 7,78 | | | | | | | | | | |
| | LGA 186 | * | | | 3,24 | | | | | | LGA 186' ⁰⁶ | * | | | 2,5 |
| | LGA 187 14 cm inf. | * | | * | 5,48 | | | | | | | | | | |
| | LGA 188 | * | | | 5,42 | | | | | | | | | | |
| | LGA189 | * | | | 2,32 | | | | | | | | | | |
| | LGA 189top | * | | | 1,28 | | | | | | LGA 189' ⁰⁶ | * | | | 5,11 |
| | LGA190 | * | | | 2,36 | | | | | | LGA 190' ⁰⁶ | * | | | 1,5 |
| | LGA191 | * | | | 5,44 | | | | | | | | | | |
| | LGA 192 13 cm sup. | * | | | 2,88 | | | | | | | | | | |
| | LGA 193 20 cm | | | | 6 | | | | | | | | | | |
| | LGA194 50-70 | * | | | 1,34 | | | | | | LGA194' ⁰⁶ 50-70 | | | * | 1,2 |
| | LGA195 8-9 | * | | | 3,38 | | | | | | | | | | |
| | LGA 196 | * | | | 9,98 | | | | | | | | | | |
| | LGA 197 | * | | * | 13,8 | | | | | | | | | | |
| | LGA198 25-33 | * | * | * | 3,02 | | | | | | | | | | |
| | LGA 198top | * | | | 1,28 | | | | | | | | | | |
| | LGA 199a | * | | | 10,3 | | | | | | | | | | |

Fig. 4.81. Listado de muestras correspondientes a las campañas 2003, 2004 y 2006 de los tramos inferiores y medios de la sucesión de La Guàrdia d'Ares (LGA).

| Corte | Campaña 2003 | | | | | Campaña 2004 | | | | | Campaña 2006 | | | | |
|--------------------|--------------------------|--------|-------|---------|---------|------------------------|--------|-------|---------|---------|--------------------------|--------|-------|---------|---------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| La Guardia d' Arès | LGA199b | * | | | 4,8 | | | | | | | | | | |
| | LGA 200a 10-12 | * | * | * | 1,62 | | | | | | | | | | |
| | LGA 200b 10-11 | * | | | 2,92 | | | | | | | | | | |
| | LGA 200c 9-10 cm sup. | * | * | | 2,8 | | | | | | | | | | |
| | LGA 201 15 cm inf. | * | * | | 6 | | | | | | | | | | |
| | LGA 202a 5-9cm inf. | * | * | * | 2,38 | | | | | | LGA 202'06 5-9cm inf. | * | | | 3,4 |
| | LGA202b 10-13cm sup. | * | * | | 2,4 | | | | | | | | | | |
| | LGA203 3-11cm sup. | * | | | 2,52 | | | | | | | | | | |
| | LGA 204 5-17 | * | | | 5,68 | | | | | | | | | | |
| | LGA 204 17-23 | * | | | 3,72 | | | | | | | | | | |
| | LGA 204 23-37 | * | | | 6,94 | | | | | | | | | | |
| | LGA204top | * | | | 3,96 | | | | | | | | | | |
| | LGA 205 12cm sup. | * | * | | 3 | | | | | | LGA 205'06 12cm sup | * | | * | 2,35 |
| | LGA 206 6 cm sup. | * | | | 3,18 | | | | | | | | | | |
| | LGA 207 10 cm sup. | * | * | | 3,98 | | | | | | | | | | |
| | LGA 208 | * | * | | 3,32 | | | | | | | | | | |
| | LGA 209 7 cm sup. | * | * | * | 2,56 | | | | | | | | | | |
| | LGA 210 | * | * | | 12,1 | | | | | | | | | | |
| | LGA 211 | * | | | 3,06 | | | | | | | | | | |
| | LGA 212 22 cm inf. | * | | | 2,64 | | | | | | LGA 212'06 22cm inf. | * | | | 3,4 |
| | LGA 213a | | | | 3 | LGA213a'04 | * | | | 8,44 | | | | | |
| | | | | | | LGA213b'04 | * | | * | 5,46 | | | | | |
| | LGA 214a 10 cm sup. | * | | | 4,4 | | | | | | | | | | |
| | LGA 214b 10 cm sup. | * | | | 6,5 | | | | | | | | | | |
| | LGA 214c 8 cm sup. | * | | | 6,7 | | | | | | LGA 214c'06 8 cm sup. | * | | * | 3 |
| | LGA 215a 14 cm inf. | | | | 4,76 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | LGA 215b 15 cm sup. | | | | 2,42 | | | | | |
| | LGA 216a | * | | | 7,24 | LGA 216b | * | | | 5,5 | LGA 216a'06 | * | | | 3,52 |
| | LGA 217a 25 cm inf. | * | | | 5,6 | | | | | | | | | | |
| | LGA 217b 15 cm sup | * | | | 9,92 | | | | | | | | | | |
| | LGA 218 8-30 | * | | | 5,08 | | | | | | | | | | |
| | LGA 218 45-52 | * | | | 6 | | | | | | LGA 218'06 45-52 | * | | | 4,58 |
| | LGA 218 78-88 | * | | | 2,64 | | | | | | LGA 218'06 78-88 | * | | | 4,9 |
| | LGA 218 88-100 | | | * | 1,2 | | | | | | | | | | |
| | LGA 219 48-56 | * | | | 2,46 | | | | | | | | | | |
| | LGA 219 84-90 | * | | | 4,24 | | | | | | | | | | |
| | LGA 219 108-120 | * | | | 3 | | | | | | | | | | |
| | LGA 219 225-240 | * | | | 7,08 | | | | | | LGA 219'06 225-240 | * | | | 5,24 |
| | LGA 220 17 cm sup. | * | | | 4 | | | | | | LGA 220'06 17 cm sup. | * | | * | 3,96 |

Fig. 4.82. Listado de muestras correspondientes a las campañas 2003, 2004 y 2006 de los tramos medios de la sucesión de La Guàrdia d'Ares (LGA).

| Corte | Campaña 2003 | | | | | Campaña 2006 | | | | |
|--------------------|---|--------|-------|---------|---------|---|--------|-------|---------|---------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| La Guardia d' Arès | LGA 221 ₄₆₋₅₁ | * | * | | 4,12 | LGA 221 ₃₋₈ | * | | * | 7,8 |
| | LGA 221 ₁₂₂₋₁₃₀ | * | | | 3,76 | LGA 221' ₈₋₁₆ ⁰⁶ | | | | |
| | LGA 221 ₁₅₂₋₁₆₀ | * | | | 1,14 | LGA 221' ⁰⁶ ₁₂₂₋₁₃₀ | * | | | 3,51 |
| | LGA 221 ₁₉₅₋₂₀₀ | * | * | | 5,06 | | | | | |
| | LGA 222 ₁₀₋₁₆ | * | | | 4,76 | LGA 222' ⁰⁶ ₁₀₋₁₆ | * | | | 5,2 |
| | LGA 222 ₅₆₋₆₂ | * | | | 4,96 | | | | | |
| | LGA 223 | * | | | 5,28 | | | | | |
| | LGA 224 | | | | 6,8 | | | | | |
| | LGA 225 ₈₀₋₈₈ | | | | 5,34 | LGA 225' ⁰⁶ ₈₀₋₈₈ | | | | 1,6 |
| | LGA 225 ₁₁₀₋₁₁₅ | | | | 3,44 | | | | | |
| | LGA 225 ^{top} _{7 cm sup.} | * | | | 10,4 | | | | | |
| | LGA 226 | * | | | 5,72 | | | | | |
| | LGA 227a | | | | 2,08 | | | | | |
| | LGA 227b | * | | * | 7,08 | | | | | |

Fig. 4.83. Listado de muestras correspondientes a las campañas 2003 y 2006 de los tramos superiores de la sucesión de La Guàrdia d'Ares (LGA).

| Corte | Campaña 2004 | | | | | Campaña 2006 | | | | |
|---------|---------------------------------|--------|-------|---------|---------|--|--------|-------|---------|---------|
| | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg | Muestras | conod. | otros | microf. | Peso Kg |
| LGA - I | LGA-I/1a | * | | * | 4,8 | | | | | |
| | LGA-I/1b ₇₂₋₈₄ | * | | | 4,56 | | | | | |
| | LGA-I/1c ₁₂₂₋₁₃₀ | * | | | 2,3 | LGA-I/1c' ⁰⁶ ₁₂₂₋₁₃₀ | * | | | 5,34 |
| | LGA-I/2 | * | | | 2,7 | | | | | |
| | LGA-I/3 | * | | | 5,66 | | | | | |
| | LGA-I/4 | | | * | 2,7 | | | | | |
| | LGA-I/5 | * | | | 2,7 | | | | | |
| | LGA-I/6a _{4-5 cm inf.} | | | | 5,28 | | | | | |
| | LGA-I/6b _{5-6 cm sup.} | * | | | 6,5 | LGA-I/6b' ⁰⁶ _{5-6 cm sup.} | * | | | 3,1 |
| | LGA-I/7 | | * | * | 3,43 | | | | | |
| | LGA-I/9a | * | * | * | 4,75 | | | | | |

Fig. 4.84. Listado de muestras correspondientes a las campañas 2004 y 2006 de los tramos superiores de la sucesión de La Guàrdia d'Ares (LGA-I).

SUBDIVISIÓN DEL PISO GIVETIENSE SEGUN LA SDS: PASADO Y ACTUAL

5. Subdivisiones actuales del Givetense y sus límites inferior y superior según la SDS.

5.1. Introducción.

Uno de los objetivos de la SDS desde su fundación en 1973, es el establecimiento de una escala cronoestratigráfica estándar de aplicación global para el Sistema Devónico. Los límites de sus pisos se definen mediante criterios bioestratigráficos de importantes grupos fósiles; uno de ellos, el más importante actualmente, es el grupo de los conodontos. En estos momentos se halla bastante avanzada la zonación estándar de conodontos para todo el Devónico, y su correlación con otros grupos fósiles relevantes (ammonoideos, trilobites, braquiópodos, etc.) permitiendo la subdivisión detallada del Sistema Devónico.

En 1982, tras las decisiones tomadas, que fueron resumidas en Ziegler & Klapper (1982, 1985), se estableció la subdivisión del Sistema Devónico en tres Series y siete Pisos (Fig. 5.1). Estas importantes decisiones consistieron en la definición del límite de las Series del Devónico Inferior (= límite Silúrico/Devónico establecido con

anterioridad) y Medio (= límite basal del Eifeliense) y el establecimiento de criterios para el reconocimiento del límite entre las series del Devónico Medio y Superior (límite basal del Frasnense) y el límite inferior del piso Fameniense.

Las investigaciones de Bultynck (1970, 1987, 1989), Bultynck & Walliser (1990), Feist & Klapper (1985), House *et al.* (1985), Klapper (1985), Klapper *et al.* (1987), Walliser *et al.* (1995) y Weddige (1977, 1988, 1989) aportaron nuevos datos para la subdivisión de la Serie del Devónico Medio, como, por ejemplo, las definiciones de los límites inferior y superior del Piso Givetense: base del Givetense (en el sur de Marruecos) y base del Frasnense (Montaña Negra) respectivamente; este último coincide a su vez con el límite entre las Series del Devónico Medio y Superior.

En este capítulo se va a abordar una visión histórica de las propuestas y definiciones concernientes a la Serie del Devónico Medio, concretamente, a las subdivisiones del Piso Givetense y sus límites.

| Sistema | Series | Pisos | GSSP | Edad (Ma) |
|----------|----------|---------------------------|--------|-------------|
| Devónico | Superior | Fameniense | | |
| | | Frasnense | 1987 ► | 382.7 ± 1.6 |
| | Medio | Givetense | 1992 ► | 387.7 ± 0.8 |
| | | Eifeliense | 1982 ► | 393.3 ± 1.2 |
| | Inferior | Emsiense | | |
| | | Praguense Lochkoviense | | |

Fig. 5.1 Esquema general de la subdivisión del Devónico. Se incluyen información sobre las propuestas del “Global Stratotype Section and Point” (GSSP) para la definición de los límites de los Pisos del Devónico Medio y su edad absoluta según la Comisión Internacional de la Estratigrafía (ICS).

5.2. Los límites del Givetense.

5.2.1. El límite inferior del Givetense.

Las regiones de Ardenas y Eifel son conocidas como las áreas clásicas para el Piso Givetense. Tradicionalmente, se consideraba que la presencia del braquiópodo *Stringocephalus burtini* encima de la base de las "Calizas de Givet" del área tipo y en la Fm. Loogh en el Eifel indicaría el comienzo del Givetense como así lo mostraron Beyrich (1837) y posteriormente Struve (1961, 1982). Sin embargo, en las facies pelágicas alemanas (al este del río Rin) se utilizaba como indicador el ammonoideo *Cabrieroceras crispiforme* (=rouvillei) que actualmente se limita al Eifeliense (Becker & House, 1994a). Otro indicador del límite fue el taxón *Maenioceras undulatum* (Schmidt 1958).

En las décadas de los 70, 80 y 90, se impulsaron muchas investigaciones en conodontos con el propósito de mejorar la definición del límite E/G. Los trabajos de Bultynck (1970, 1987) tanto en las Ardenas como en Marruecos y los de Weddige (1977, 1988, 1989) en la región de Eifel reforzaron la idea de que el límite podría definirse en relación con la pauta evolutiva del *Polygnathus pseudofoliatus* al *Polygnathus hemiansatus* mediante el cambio del margen anterior externo de la plataforma, que pasa de ser escalonado recto a uno más oblicuo.

Bultynck (1989) propuso las secciones de Jbel Ou Driss est (ODE) y Jbel Ou Driss ouest (OD), localizadas en el graben de Zagora (al SO. de la Cuenca del Ma'der, Marruecos) como estratotipo potencial para el límite Eifeliense/Givetense. Su propuesta fue respaldada con los estudios previos en conodontos de Hollard (1974, 1981) y Bultynck (1985); además, se incluían las identificaciones provisionales de megafauna de Coen-Aubert (en corales rugosos), Godefroid y Sartenaer (en braquiópodos) y Hollard (goniatites) de

campañas anteriores a la propuesta de Bultynck (1989).

Bultynck & Walliser (1990): propusieron dos secciones nuevas basándose en los nuevos datos de conodontos del sur de Marruecos. Estas secciones son Bou Tchrafine (BT), cercana a Erfoud y Jbel Mech Irdane (MI), próxima a Rissani, ambas situadas en la plataforma de Tafilalt. La sección ODE (plataforma Ma'der) y las secciones BT y MI (plataforma Tafilalt) se caracterizan por tener una secuencia potente de caliza en alternancia con margas y un intervalo de pizarras negras; además, contienen niveles con abundancia y diversidad fosilíferas altas en conodontos, goniatites, etc. En Diciembre de 1991, las tres secciones propuestas fueron visitadas por la SDS y durante el Business Meeting se aceptó unánimemente la sección MI como la que podría albergar el estratotipo. La importancia de esta sección se debe a la existencia de un intervalo sedimentario con condiciones de hipoxia cerca del límite E/G conocido como el Evento Kačák (Walliser 1984, 1985); además, contiene una asociación faunística de amplio rango bioestratigráfico que puede ser útil en correlaciones globales.

Por tanto, según la ratificación de la propuesta de la SDS (1992) por la ICS, el actual GSSP para el límite basal del Givetense se sitúa a la sección Jebel Mech Irdane (MI). La sección del estratotipo se caracteriza por ser caliza tabular y nodular. El límite queda definido en la capa 123, en la parte superior de la unidad H, donde se produce el cambio de la línea evolutiva de los taxones de *Polygnathus* mencionada anteriormente, *P. pseudofoliatus* a *P. hemiansatus*. Además, esta transición está muy próxima a la base del nivel de goniatites *Maenioceras* y la entrada del dacriocónarido *Nowakia otomari*.

Walliser *et al.* (1995) resumieron las informaciones más relevantes que contribuyeron a la definición del límite inferior del Givetense. En aquel trabajo

intentan correlacionar los registros bioestratigráficos de distintos grupos (conodontos, goniátites, dacrioconáridos y esporas con los datos geoquímicos, susceptibilidad magnética y con la estratigrafía de eventos.

El límite inferior del Givetiense se reconoce en el Pirineo Central mediante la transición de *Polygnathus pseudofolius* a *P. hemiansatus* (ver Capítulo 8).

[illegible]

Fig. 5.2 Correlación de las distintas propuestas de autores en la subdivisión del Givetiense y sus límites. La *Biozona Sagita** no se acepta por su coincidencia con la *Disparilis* Inferior.

5.2.2. El límite superior del Givetense (= base del Frasnense).

En 1985, la SDS acordó el criterio bioestratigráfico para el reconocimiento del límite entre las series del Devónico Medio/ Superior que coincide con el límite inferior del Frasnense y del Devónico Superior. Así, el límite se definió con la primera entrada del taxón *Ancyrodella rotundiloba*, que coincidía con el comienzo de la Biozona *Asymmetricus* Inferior (Lower *asymmetricus* zone); además, se postuló también que la especie predecesora de *A. rotundiloba* debía ser *A. binodosa*. La especie de *A. rotundiloba* se consideraba como un taxón de amplia distribución ecológica (facies pelágicas y neríticas) y bien conocida en muchas áreas relevantes. Además, las primeras entradas de la asociación de goniátites como *Koenites*, *Probeloceras* y *Manticoceras* también podían ayudar para el reconocimiento de la Biozona de *Asymmetricus* Inferior, en el caso de que la especie índice no se registrara en alguna sección. Sin embargo, en aquel momento no se propuso ninguna sección que pudiera ser considerada como posible estratotipo del límite.

Posteriormente, Feist & Klapper (1985: 3-5, figs. 2, 5), House *et al.* (1985: 6, figs. 1, 2) y Klapper (1985: fig. 2) investigaron algunas secciones de la Montaña Negra (MN) y propusieron 3 de ellas como secciones candidatas para el estratotipo de la base del Devónico Superior.

Finalmente, la propuesta de Klapper *et al.* (1987) de la sección de Col du Puech de la Suque (CPS-E) del área de Monte Peyroux (al SE de MN.) fue elegida por la SDS y ratificada por la ICS en 1987. Por tanto, la propuesta del GSSP para la base del Frasnense y fue definida con la entrada del taxón *A. rotundiloba* en la base de la capa 42' de la sección de CPS-E. La sección del estratotipo está formada por calizas rojas y grises con algunos niveles margosos, de espesor muy reducido y diferenciado por algunos niveles locales de hard-ground.

Esta sección fue elegida por la importancia de registrar la mejor secuencia de conodontos en facies pelágicas y por presentar el desarrollo filogenético de los primeros ancirodélidos dentro de la Biozona *Asymmetricus* Inferior; además, la SDS cumplía su intención de seleccionar un nivel estratigráfico (con datos de conodontos) que estuviera lo más próximo posible con la base histórica del Frasnense (es decir, la base de la Assise de Fromelennes, en Nismes, Ardenas). Por tanto y a pesar de la selección del nuevo estratotipo en la MN, la SDS consideró también a la sección tipo de las Ardenas, de facies neríticas como sección auxiliar del estratotipo.

El reconocimiento de la Biozona *Asymmetricus* más Inferior (inmediatamente por debajo del límite basal del Frasnense) en la MN se caracterizaba por la asociación de conodontos compuesta por *P. norrisi*, *P. asymmetricus*, *P. pennatus*, *P. collieri*, *P. cristatus*? (ver Feist & Klapper 1985: 12-15) y también por la asociación de goniátites como *Pharciceras* sp., *Ph. aff. kiliani*, *Ponticeras* cf. *kayseri* y *Pseudoproboloceras* cf. *nebechense*. (House *et al.* 1985, fig. 13).

La Biozona *Asymmetricus* Inferior en la MN coincide con el comienzo de la radiación de los primeros ancirodélidos, reconociéndose 5 asociaciones (Klapper 1985). Respecto a los goniátites, aparecen los primeros *Probeloceras*, *Koenites* y *Petteroceras feisti*.

5.2.3. Consideraciones de la SDS tras la ratificación en 1987 del límite basal del Frasnense.

Tras la ratificación del nuevo límite, hubo algunos autores que mostraron su desacuerdo. Así, Sandberg *et al.* (1988) discutieron las intenciones y los resultados de esta propuesta. Este trabajo fue rápidamente contestado por Klapper (1988), quién a su vez aclaró el concepto de *A. rotundiloba*, con la distinción de dos formas: una, "temprana" (early form) y la

otra “tardía” (late form). Dependiendo del momento de aparición de las distintas formas, el límite basal del Frasnense varía respecto al fijado como nivel oficial. Debido a estas diferentes opiniones o interpretaciones por parte de los autores, la SDS, finalmente aceptó incluir el concepto de la forma temprana dentro del concepto de *rotundiloba* y que ésta sería la que marcara la base de la Biozona *Asymmetricus* Inferior y por tanto, el límite basal del Frasnense que corresponde con el de las series del Devónico Medio y Superior.

Como consecuencia, Sandberg *et al.* (1989) intentaron solventar las discusiones originadas por los trabajos citados anteriormente, proponiendo tres nuevas biozonas basadas en conodontos de facies pelágicas y mostrando la existencia de las formas tempranas de *Ancyrodella* con la introducción de dos especies consideradas como formas intermedias dentro de la filogenia de *A. binodosa* - *A. rotundiloba*. Se trata de una especie no reconocida previamente “*A. pristina*” y otra, como nueva especie “*A. soluta*”. Para reforzar la estabilidad de la biozonación estándar de conodontos, las tres nuevas biozonas propuestas son renombradas respectivamente: *Falsiovalis* (equivalente a parte de la Biozona *Asymmetricus* más Inferior más las 2/3 partes de la Biozona *Asymmetricus* Inferior), *Transitans* (equivalente al último tercio de la Biozona *Asymmetricus* Inferior) y *Punctata* (= Biozona *Asymmetricus* Medio). Estos autores proponen una subdivisión para la Biozona *Falsiovalis* en Temprana (Early) y Tardía (Late). Independiente de la subdivisión, la Biozona *Falsiovalis* correspondería en su tercio inferior, al Givetense y el resto, al Frasnense.

En trabajos posteriores (sobre todo en la década de los 90), aún perdura el uso de las terminologías de significado temporal Temprano (= Early) y Tardío (= Late), en vez de Inferior (= Lower) y Superior (= Upper).

Retomando la definición y sus discusiones científicas en torno al límite G/F, Korn (en House *et al.*, 2000) y re-estudiando con más detalle el material de goniatites de la MN, propone que la entrada de un nuevo taxón *Neopharciceras* cf. *kubatovi* registrado en la capa 43 de la sección CPS-E, podría ser considerado como el nuevo marcador índice para el GSSP del límite inferior del Frasnense; sin embargo, esta propuesta fue declinada por la SDS.

5.3. Subdivisión del Piso Givetense.

La base del Givetense es definida por la entrada del taxón *Polygnathus hemiansatus*. El límite superior coincide con la base del Piso Frasnense (Devónico Superior) y se define con la aparición de *Ancyrodella rotundiloba* (Fig. 5.2)

En la década de los 70, se llevaron a cabo varias investigaciones, destacando los trabajos pioneros de Ziegler *et al.* (1976), Weddige (1977) and Klapper & Ziegler (1979). Este último, representa la base fundamental para la subdivisión de la biozonación de conodontos del Givetense, que aún es válida, especialmente para las partes inferior y media, con solo ligeras modificaciones. La parte superior se subdividió con más detalle (ver más abajo). Por tanto, la propuesta inicial de estos autores fue de 7 subdivisiones, y la base del Givetense se situaba dentro de la Biozona *Ensensis* (Fig. 5.2).

Weddige (1977) en su estudio del piso Eifeliense, en la región tipo, introdujo la Biozona *Ensensis* para incluir el intervalo comprendido entre las biozonas *Kockelianus* y *Varcus*. Definió los límites inferior y superior del siguiente modo: la biozona empieza con la entrada de *Polygnathus xylus ensensis* y termina con la aparición de *Polygnathus timorensis*. Las entradas de taxones relevantes en la secuencia de conodontos observadas en Eifel permitieron subdividir esta biozona en dos partes. El límite basal del Givetense fue situado en la mitad superior de la Biozona *Ensensis* que coincide con las entradas de

Eognathodus bipennatus bipennatus, *Tortodus variabilis* y *P. linguiformis* ssp. a.; por encima, se registra la entrada de *Icriodus obliquimarginatus*.

5.3.1. Biozona Hemiansatus.

Bultynck (1987) introdujo esta biozona que está definida por la entrada del taxón nominal *P. hemiansatus*, cuyo límite superior coincide con la entrada de *P. timorensis*. La nueva especie asignada, procedía de la "muestra 15ter" de la sección BT (Tafilalt). Bultynck (1985) y Bultynck & Hollard (1980) clasificaron previamente a esta nueva forma como *P. aff. P. ansatus* o morfotipo "temprano" de *P. ansatus*. Además, se comprobó que esta nueva forma aparecía en las mismas posiciones estratigráficas en otras secciones marroquíes: Ma'der y Akka Bou Khedach (Bultynck 1987), Ouahlane (Bultynck 1985) y ODE (Hollard 1981). En otras regiones, Bultynck comprobó la existencia de este taxón en las secciones de Sihongshan, Guangxi (Ziegler & Wang 1985) y en la Fm. Portilla, Cordillera Cantábrica (García-López, 1987), donde estos autores lo designaron como *P. ansatus*. Dado que este nuevo taxón podía correlacionarse geográficamente, se pensó entonces, que su registro más bajo podría considerarse como el nivel potencial para el límite basal del Givetense; esta propuesta fue finalmente ratificada en 1992.

5.3.2. Biozonas Timorensis y Rhenanus/Varcus.

Ziegler *et al.* (1976) re-definieron y subdividieron la Biozona *Varcus* que más tarde se adaptó a la propuesta inicial de Bischoff & Ziegler (1957) en 3 partes: las Subzonas *Varcus* Inferior, Media y Superior. Los límites de las subzonas fueron establecidos claramente y se mantienen actualmente. El límite inferior está definido por la entrada de la especie *P. timorensis* que tras la revisión de Klapper *et al.* (1970) fue considerado como el taxón que aparece en la base de la Subzona *Varcus* Inferior. Su límite superior está definido por la entrada

de *Schmidtognathus hermanni*. Las tres grandes subdivisiones (Inferior, Media y Superior) se basan en la secuencia de aparición de los taxones *Polygnathus ansatus* y *Polygnathus latifossatus*.

Bultynck (1987) subdividió posteriormente la Subzona de *Varcus* Inferior en dos: la inferior, *timorensis* y la superior, *rhenanus/varcus*, cuyos respectivos índices corresponden con las entradas sucesivas de los taxones nominales.

5.3.3. Biozona Ansatus.

El límite inferior de la Subzona *Varcus* Media fue definido por la primera aparición de *P. ansatus*, que actualmente se corresponde con la Biozona *Ansatus*.

5.3.4. Biozona Semialternans/Latifossatus.

El límite inferior de la Subzona de *varcus* Superior fue definido por la entrada de *P. latifossatus*. Debido a que la entrada de *Ozarkodina semialternans* es casi coincidente con la de *P. latifossatus*, muchos autores han usado indistintamente las entradas de ambas especies como indicadores bioestratigráficos de la Subzona de *varcus* Superior; por tanto, esta biozona se conoce actualmente como *semialternans/latifossatus*.

Sin embargo, desde Ziegler *et al.* (1976: 113) ya se conocía que en algunas secuencias la especie *O. semialternans* aparecía en la parte más alta de la Subzona *Varcus* Media y que por tanto, ambas especies *O. semialternans* y *P. latifossatus* difieren ligeramente en sus rangos. Por esa razón, aquí preferimos mantener el concepto original y nos referiremos a la Biozona *Latifossatus* como la original Subzona *Varcus* Superior.

5.3.5. Biozonas Hermannii Inferior y Superior.

Ziegler (1966) introdujo el término "*hermanni-cristata* Zone" para los estratos de las Montañas Renanas, cuyo intervalo

referido abarcaba “*the Givetian varca-zone and the lower Upper Devonian asymmetrica-zone*”. Los límites de esta nueva biozona se basan en las entradas sucesivas de los taxones *Schmidtognathus hermanni* y *Polygnathus asymmetrica ovalis*. Además, aquel autor mencionó que el taxón *P. cristata* tiene una entrada más tardía que *S. hermanni* (*op. cit.*, p. 657) en las secciones no condensadas (por ej. Koppen y Giebringhausen). Esta diferencia estratigráfica le llevó a la propuesta de una posible subdivisión en dos partes: las Subzonas *Hermann-Cristata* Inferior y Superior. También reconoció estas subzonas en España (Macizo del Quinto Real) y en Norteamérica (Illinois e Indiana).

Posteriormente, Klapper & Johnson (1980: 413 y 414) propusieron una subdivisión formal en las Subzonas Inferior y Superior. El límite inferior de la Subzona *Hermann-Cristatus* Inferior está definido con la entrada de *S. hermanni* y el límite inferior de la Subzona *Hermann-Cistatus* Superior está definido por la entrada de *P. cristatus*.

Klapper & Johnson (1990: 941) renombraron esta subdivisión zonal como las Subzonas *Hermann* Inferior y Superior, sin modificar sus límites ni taxones índices.

Aboussalam (2003: 13) introdujo la Biozona *Cristatus Ectypus* como equivalente a la Subzona *Hermann* Superior (*op. cit.* text-fig. 2). Sin embargo, el registro de conodontos no soporta esta interpretación, ya que las entradas de *P. cristatus ectypus* y *Schmidtognathus peracutus* muestran ser sincrónicas (Aboussalam, 2003: text-fig. 4a). Según Klapper (1990), Klapper & Johnson (1980) y Johnson *et al.* (1985) la entrada del segundo taxón está por encima de la entrada de *P. cristatus*. Por tanto, los índices para los límites inferiores de la Subzona *Hermann* Superior y la nueva Biozona *Cristatus Ectypus* serían diacrónicos, siendo éste más joven y como consecuencia, el uso de la Biozona *Cristatus Ectypus* supondría una confusión e

introduciría inestabilidad en las correlaciones globales.

Posteriormente, Aboussalam & Becker (2007: 360) mantienen el uso de la biozona en los materiales marroquíes abarcando las biozonas *Hermann* y *Disparilis*. Sin embargo, ni los registros de conodontos que se muestran en las tablas 2-6 ni la breve descripción de la biozona permiten una correlación detallada con el clásico límite de las subzonas *Hermann* Inferior y Superior. De modo que el significado de la Biozona *Cristatus Ectypus* puede no ser coincidente con la Subzona *Hermann* Superior; además, esto conllevaría a un error de correlación temporal. Por las razones expuestas anteriormente, así como por la preocupación de conservar una estabilidad y precisión en correlaciones globales, preferimos mantener la subdivisión estándar y el uso de los términos de las subzonas *Hermann* Inferior y Superior para esta parte del registro estratigráfico.

5.3.6. Biozonas *Disparilis* Inferior y Superior.

Ziegler & Klapper (1982), en el contexto de la definición del límite de las Series del Devónico Medio/Superior, introdujeron la Biozona *Disparilis* a continuación de la Subzona *Hermann* Superior. El límite inferior de aquella biozona fue definido por la primera aparición de *Palmatolepis disparilis*, que fue considerado como un descendiente de *P. cristatus*. Al mismo tiempo, el límite inferior de esta nueva biozona fue posteriormente propuesto como el nivel bioestratigráfico para la definición del límite basal del Devónico Superior. El límite superior coincide con la entrada de *P. asymmetricus asymmetricus* que se consideraba como el taxon índice de la Biozona *Asymmetricus* más Inferior (Lowermost *asymmetricus* Zone). Ziegler & Klapper (1982: 481) al correlacionar la nueva biozona con los conceptos previos, la consideraron aproximadamente equivalente con la Subzona regional

Dengleri Inferior de Klapper & Johnson (1980). Estos autores definieron el límite inferior de la Biozona *Dengleri* con la primera aparición de *P. disparilis* en Norteamérica; además, presentaron una subdivisión de la Biozona *Dengleri* en dos partes: la inferior y la superior, cuyo límite se definió con la entrada de *Polygnathus norrisi* (actualmente *Skeletognathus norrisi*).

Posteriormente, Klapper & Johnson (1990) subdividieron la Biozona *Disparilis* de 1980 en dos subzonas: la inferior y la superior. El límite inferior de la Subzona *Disparilis* Superior está definido por la aparición de *P. dengleri*. El límite superior de la Subzona *Dengleri* queda limitado con la entrada de *Sk. norrisi*.

Aboussalam & Becker (2007), estudiaron varias secciones marroquíes del área de Tafilalt, e introdujeron las Subzonas de *P. dengleri sagitta* y *P. dengleri dengleri* para una subdivisión más detallada de la Subzona *Disparilis* Superior de Klapper & Johnson (1990). Esta propuesta quizás puede ser aplicada sólo para esta región, ya que la secuencia de *sagitta-dengleri* parece estar presente en, al menos, tres secciones: Mdoura-East (Md-E), erróneamente representada como *sagitta-norrisi* en (Aboussalam & Becker, 2007 tb. 3), BT y Ouidane Chebbi (OCh). Sin embargo, la fauna de conodontos asociada a la entrada temprana de *P. dengleri sagitta* es enigmática, así como muchas de las asociaciones de varias secciones que son más congruentes con una posición dentro de la Subzona *Disparilis* Inferior.

Aboussalam & Becker (2007: tb. 2): asignan el registro de conodontos en la sección Ras-el-Kebber a la nueva Subzona *Sagitta*. Sin embargo, la asociación de conodontos indica una posición dentro de la Subzona *Disparilis* Inferior. *Schmidtognathus wittekindti* y *Klapperina disparata* aparecen asociados en la muestra III-B que según el rango más alto proporcionado por Klapper & Johnson

(1990: fig. 52) terminaría en la parte inferior de la Subzona *Disparilis* Inferior. No sabemos si los registros marroquíes implican una extensión más inferior del grupo *dengleri* o se trata de una prolongación más tardía de *S. wittekindti* y *K. disparata*. En cualquier caso, si no hay otra explicación, como una condensación local, indicaría que la Subzona *Disparilis* Inferior podría estar muy reducida aquí. Otros taxones relevantes son *S. peracutus*, *K. disparilis*, *K. disparalvea* que son congruentes con una posición dentro de la Subzona *Disparilis* Inferior. Además, en la sección de Md-E (tb. 3) muestra un registro de conodontos más completo. Según Aboussalam & Becker (2007), la Biozona *Sagitta* es reconocida entre las capas 15-17. Sin embargo, la secuencia de aparición de los taxones *K. disparilis* (capa 15), *K. disparalvea* (16), *K. disparata* (16) y *S. wittekindti* (capas 10g-18b) se alinearía con una parte inferior dentro de la Subzona *Disparilis* Inferior de Klapper & Johnson (1990: fig. 52). También ocurre la misma situación en las secciones de BT y OCh con respecto al registro de los conodontos (Aboussalam & Becker, 2007: tablas 4 y 5, respectivamente).

Por tanto, la Biozona *Sagitta* sería virtualmente equivalente a la Subzona *Disparilis* Inferior.

Como consecuencia y manteniendo a un lado sus interpretaciones taxonómicas, la introducción de la Subzona *Sagitta* dentro de la subdivisión global del Givetense, causaría una confusión en un sistema de nomenclatura estable. Además, muchos datos marroquíes concernientes a especies relevantes están en desacuerdo con sus rangos conocidos mundialmente. La discrepancia debe de ser comprobada en otras partes antes de que pueda llevarse a cabo una nueva definición zonal de extensión global. Por ello, estamos de nuevo a favor del uso de la zonación propuesta por Klapper & Johnson (1990: 934, fig. 52) para esta parte del Givetense.

5.3.7. Biozona *Subterminus* (Biozona alternativa propuesta por Narkiewicz & Bultynck 2007, 2010).

Bunker & Klapper (1984) introdujeron el término bioestratigráfico informal “*subterminus* Fauna”, refiriéndose a la fauna dominada principalmente por *Icriodus subterminus* y *Polygnathus xylus*, y situados en la parte superior del “Rapid Mb.” y la parte inferior del “Coralville Mb” (Conklin Quarry, Iowa). La sucesión de conodontos de este intervalo corresponde a ambientes de aguas someras. Klapper *et al.* (1991) consideraban que la Fauna de *subterminus* estaba comprendida en el intervalo entre la primera entrada de *I. subterminus* y la base de la “*Pandorinellina insita* Fauna”, que además, consideraron equivalente a la Biozona *Disparilis* (faunas de aguas profundas). Witzke *et al.* (1985) reconocieron dentro del rango de *subterminus* un nivel de asociación de *Mehlinia gradata* y *Polygnathus angustidiscus*, por debajo de la entrada de *P. insita*. Como consecuencia, Witzke *et al.* (1989) propusieron una subdivisión de la Fauna de *subterminus* en dos partes: inferior y superior, cuyo límite se define por las entradas de *M. gradata* y *P. angustidiscus*.

Posteriormente, Narkiewicz & Bultynck (2007, 2010) estudiando materiales procedentes de distintas secciones de Norteamérica (NE de Alberta, Manitoba y Iowa), de Europa (Boulonnais, Ardenas y O y SE de Polonia) y África (SE de Marruecos) lograron definir la Fauna de *subterminus* como Biozona *Subterminus*. De modo que, estos autores definieron el límite inferior con la entrada de *Icriodus subterminus* y el límite superior queda limitado con la entrada del primer taxón de ancirodélidos (“early form” de *A. rotundiloba*, *A. binodosa* o *A. pristina*). Además, subdividieron la biozona en tres partes, las subzonas *Subterminus* Inferior, Media y Superior.

Según Narkiewicz & Bultynck (2010: fig. 9): el comienzo de la Subzona *Subterminus*

Inferior es la base de la Biozona *Subterminus*, su límite inferior está definido con la entrada de *I. subterminus*. El límite superior está definido con la entrada de *M. gradata* y/o *P. angustidiscus*. La Subzona *Subterminus* Media representa un intervalo muy estrecho y está definida con las entradas conjuntas de *M. gradata* y/o *P. angustidiscus* y su límite superior coincide con la base de la siguiente subzona. Por último, la base de la Subzona *Subterminus* Superior está definida con las entradas de *P. insita* y/o *Sk norrisi* y se limita superiormente con la primera entrada de ancirodélidos.

Esta nueva propuesta de subdivisión puede ser correlacionada con las zonaciones de facies más profundas. Así, Narkiewicz & Bultynck (2010: fig. 10) extrapolaron su correlación de tal manera que la Subzona *Subterminus* Inferior corresponde desde la parte más alta de la Biozona *Hermanni* Superior hasta casi el techo de la Biozona *Disparilis* Inferior. La Subzona *Subterminus* Media puede ser correlacionada con la parte superior de la Biozona *Disparilis* Inferior y alcanza hasta casi el techo de la Biozona *Disparilis* Superior. Finalmente, la Subzona *Subterminus* Superior se correlaciona con la parte superior de la Biozona *Disparilis* Superior hasta el techo de la Biozona *Norrisi* (Ver Fig. 5.2).

5.3.8. Biozona *Norrisi*.

Klapper & Johnson (1990) introdujeron la Biozona *Norrisi* para el intervalo situado entre el techo de la Biozona *Disparilis* y la base del Devónico Superior. La base de esta biozona está definida por la aparición del taxón índice *Skeletognathus norrisi*, que puede ser reconocido mundialmente. Esta biozona se correlaciona con la anterior “Lowermost *asymmetricus* Zone”. Estos autores correlacionan esta biozona con el tercio inferior de la Biozona *Falsiovalis* de Sandberg *et al.* (1989) y Sandberg & Ziegler (1990). La base de la Biozona *Falsiovalis* está definida por la entrada de *Mesotaxis*

falsovalis y se limita superiormente con la entrada de *Palmatolepis transitans* ya dentro del Frasniense.

5.4. Propuesta actual de la subdivisión del Givetiense por la SDS.

En la agenda del encuentro de la SDS en el 2006, coincidiendo con el International Conodont Symposium (ICOS), en Leicester, se votó entre los miembros titulares presentes la propuesta para la nueva subdivisión en los diferentes pisos del Devónico. Ello incluía la subdivisión formal del Piso Givetense en tres partes principales: Inferior, Medio y Superior. La nueva subdivisión no es oficial ya que está a

la espera de la aprobación y ratificación por los ICS e IUGS, pero la aprobación formal por la SDS queda documentada en el Newsletter nº22 (2007).

Por tanto, la nueva subdivisión para el Givetense quedaría agrupada de la siguiente forma (Fig. 5.3):

- Givetiense Inferior: agruparía a las biozonas *Hemiansatus* y *Timorensis*.
- Givetiense Medio: comprendería las biozonas *Rhenanus/Varcus*, *Ansatus* y *Semialternans/Latifossatus*.
- Givetiense Superior: englobaría a las biozonas *Hermanni*, *Disparilis* y *Norrisi*.

| Series | Pisos | Sub-pisos | Zonación estándar de conodontos | |
|--------------------|------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Devónico Medio | Dev. Sup. | Inferior | M3 | |
| | | | M2 | |
| | | | M1 | |
| | Givetiense | Superior | <i>norrisi</i> | |
| | | | <i>disparilis</i> | Superior |
| | | | | Inferior |
| | | | <i>hermanni</i> | Superior |
| | | | | Inferior |
| | | | Medio | <i>latifossatus/semialternans</i> |
| | | <i>ansatus</i> | | |
| | | <i>rhenanus/varcus</i> | | |
| | | Inferior | <i>timorensis</i> | |
| | | | <i>hemiansatus</i> | |
| | | Eife-liense | | <i>ensensis</i> |
| <i>kockelianus</i> | | | | |

Fig. 5.3 Propuesta actual de la subdivisión del Givetiense y sus límites según la SDS.

TERMINOLOGÍA MORFOLÓGICA

6. Nomenclatura taxonómica.

Los elementos conodontales descritos aquí corresponden a algunas de las diferentes piezas que componen el aparato conodontal. En particular, se distinguen los elementos de plataforma, conocidos por “Pa” de los géneros *Ancyrodella*, *Klapperina*, “*Ozarkodina*”, *Polygnathus*, *Skeletognathus*, *Schmidtognathus* y *Tortodus* e “I” (*Icriodus*); además, se hallaron numerosos elementos “Pb”, ramiformes y coniformes que son coespecíficos con los elementos descritos. Sin embargo, nos hemos centrado solamente en estudiar los elementos “Pa”, “I” y “Pb”, dejando para más adelante un posible estudio de los otros elementos y la reconstrucción de los aparatos de algunos taxones.

Para la descripción de los caracteres morfológicos de los conodontos (capítulo 7), se ha seguido principalmente la terminología castellana propuesta por García-López (1984: Figs. 1-4). Esta terminología se basa en las originales de Ulrich & Bassler (1926), Branson & Mehl (1938), y modificaciones de Ziegler (1973, 1975) con la introducción de nuevos términos por García-López (1984). En las Figs. 6.2- 6.5 se muestran los términos usados para su descripción.

Además, se utiliza aquí el concepto de “*Ozarkodina*” de acuerdo a la diagnosis revisada del género por Murphy *et al.* (2004). En la revisión de la diagnosis, estos autores restringen el género *Ozarkodina* a los aparatos con el elemento “Pa” comparables al de la especie tipo, *Ozarkodina typica* Branson & Mehl 1933, que se caracteriza por tener un conjunto anterior (“cockscorn”) alto en forma de vela o abanico separado del resto de la fila de dentículos por un pequeño desplazamiento, un espacio o un marcado cambio en el estilo de la denticulación. Además, el elemento “Pa” presenta unas pequeñas expansiones lobulares en la plataforma y una cavidad basal pequeña cuyo margen anterior se sitúa en la mitad anterior de la lámina. Por tanto, las especies clasificadas aquí bajo este género y que no reúnen todas las características mencionadas antes están indicadas como “*Ozarkodina*”.

El material estudiado procede de varias secciones pirenaicas y está depositado en el Museo de Geología de la Universidad de Valencia (MGUV). El listado de catalogación del material se adjunta al final (Anexo I).

Las abreviaturas empleadas para la descripción morfológica de los géneros se indican en la Fig. 6.1.

| Abreviaturas | Géneros | Abreviaturas | Secciones |
|--------------|------------------------|--------------|-------------------|
| A. | <i>Ancyrodella</i> | Re | Renanué |
| I. | <i>Icriodus</i> | Sh | Sahún |
| K. | <i>Klapperina</i> | Amp | Ampriú |
| M. | <i>Mesotaxis</i> | Bas | Basibé |
| “O.” | “ <i>Ozarkodina</i> ” | CP | Compte |
| P. | <i>Polygnathus</i> | LGA | La Guardia d’Áres |
| Sk. | <i>Skeletognathus</i> | | |
| S. | <i>Schmidtognathus</i> | | |
| T. | <i>Tortodus</i> | | |

Fig. 6.1. Listado de abreviaturas utilizadas en la descripción taxonómica de los distintos géneros, así como las de las secciones estudiadas.

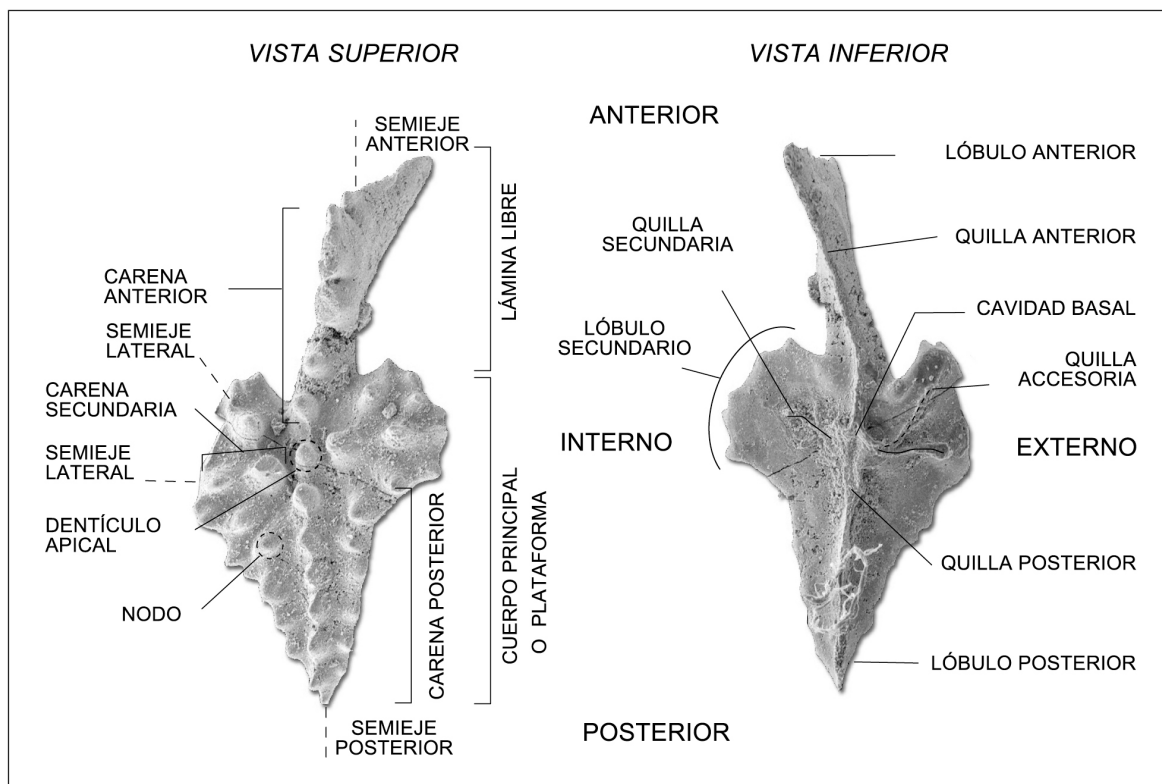


Fig. 6.2. Terminología de *Ancyrodella*, Ulrich & Bassler (1926) y modificaciones de Ziegler (1973). García-López (1984: fig. 4) introduce nuevos términos castellanos para este género.

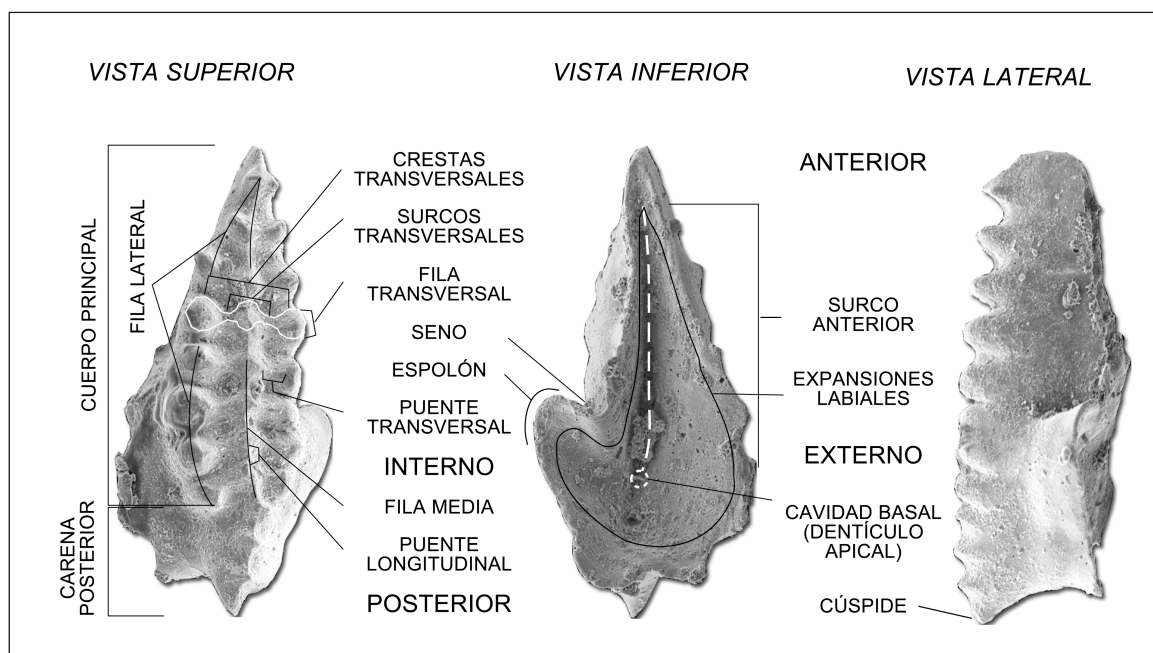


Fig. 6.3. Terminología de *Icriodus*, Branson & Mehl (1938) y modificaciones de Ziegler (1975) y García-López (1984: fig. 2) adaptando a sus términos equivalentes en castellano.

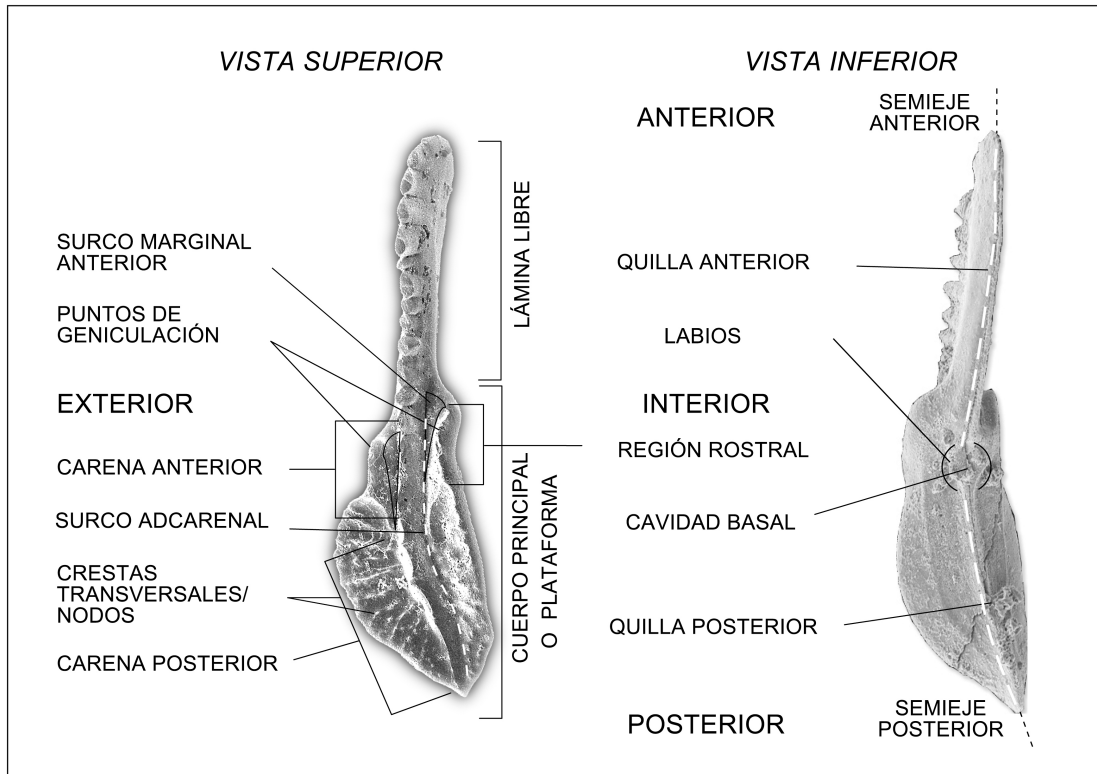


Fig. 6.4. Terminología de *Polygnathus*, Hinde (1879) y modificaciones de Ziegler (1973). García-López (1984: fig. 3) introduce nuevos términos en castellano. Nomenclatura válida también para los géneros *Klapperina*, *Mesotaxis*, *Schmidtognathus* y *Skeletognathus*.

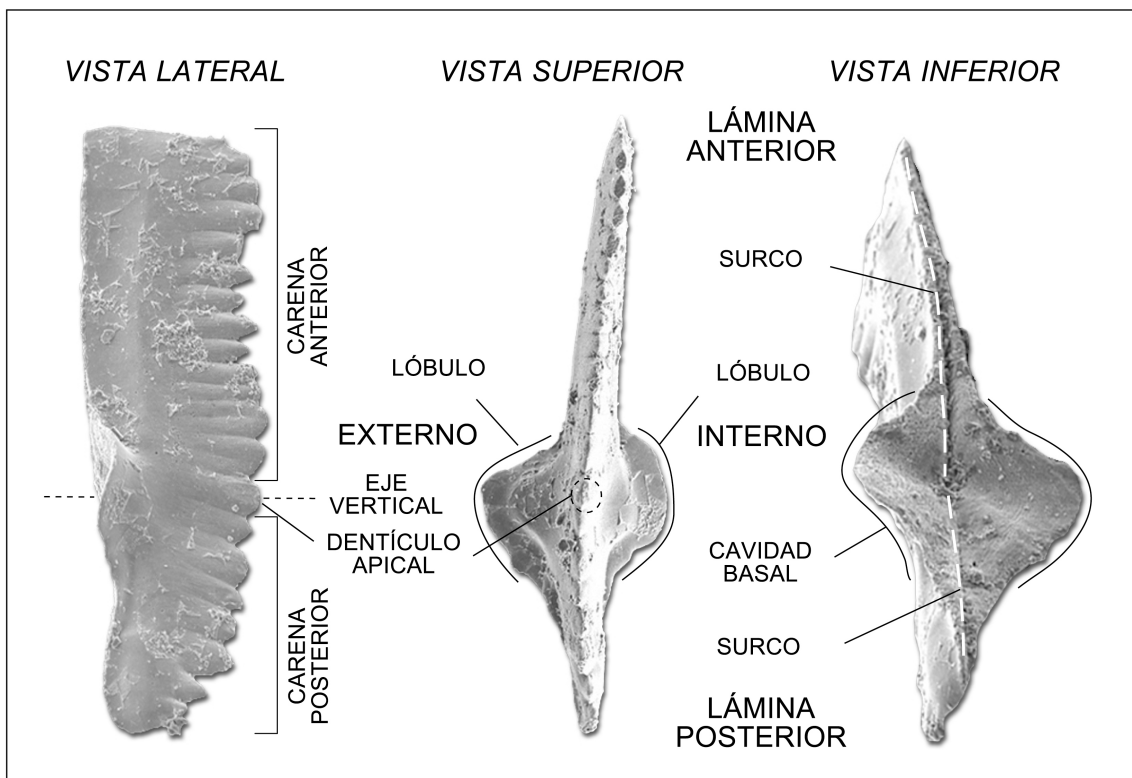


Fig. 6.5. Terminología de "*Ozarkodina*", Branson & Mehl (1938) y modificaciones de Ziegler (1973). García-López (1984: fig. 1) introduce nuevos términos castellano. Esta nomenclatura es válida también para el género *Tortodus*.

SISTEMÁTICA DE CONODONTOS

7. Sistemática Paleontológica

En este capítulo se incluyen todos los datos actualizados de las secciones estudiadas y que fueron previamente publicados (anexo II).

La importancia bioestratigráfica a nivel específico de los conodontos se basa en el estudio de los elementos “Pa” e “I” y con una excepción, el elemento “Pb” del género *Skeletognathus*. Para la identificación taxonómica de los conodontos se utilizaron la terminología morfológica propuesta por García-López (1984, figs. 1-4 y ver capítulo 6).

Los conodontos estudiados e ilustrados aquí están depositados en el Museo Universitario Geológico de la Universidad de Valencia, con la sigla MGUV.

Las especies de conodontos procedentes de distintas secciones llevan las siguientes abreviaturas: Renanué (Re), Compte (CP), La Guàrdia d’Ares (LGA, LGA-I), Ampriú (Amp) y Basibé (Bas).

Género *Ancyrodella* Ulrich y Bassler, 1926

***Ancyrodella africana* García-López, 1981**

Figs. 7.1A-D

1981 *Ancyrodella africana* n. sp. García-López, p. 264, lám. 1, figs. 1-14

2012 *Ancyrodella africana* García-López; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 821, 822, figs. 4A-L (con lista de sinonimia)

Material: 8 ejemplares procedentes de las secciones: Amp1(1), Amp2(4), Amp7(1), LGA226(2). Material publicado: MGUV 6070-6075. Material figurado: LGA226(2), MGUV5390, 5391.

Descripción: para más detalle, ver Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 821, 822).

Discusión: para los ejemplares de Ampriú ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 822). Los dos ejemplares ilustrados (Figs. 7.1A-D) coinciden morfológicamente con los descritos en la sección de Ampriú.

Distribución geográfica y estratigráfica: ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 823). El rango estratigráfico de esta especie en secciones pirenaicas estudiadas, comienza en la parte alta de la Zona MN3 y alcanza hasta la parte media de la Zona MN6 de Klapper (1989), que se corresponden con las biozonas *Falsiovalis* Superior y *Punctata* respectivamente.

***Ancyrodella chiyangi* n. sp.**

Figs. 7.1E-P

Derivatio nominis: Especie dedicada al naturalista y químico de origen oriental, Chi Yang Liao conocido por todos sus amigos como “Pedro”, quien me ha ofrecido su constante apoyo durante los comienzos de mi formación académica y científica.

Holotipo: MGUV6120, ejemplar figurado en las Figs. 7.1E-G.

Locus typicus: Sección Basibé, levantada en las Facies de Sierra Negra en el área conocido como Collado de Basibé, cercana a la localidad de Cerler (Huesca). Ver Fig. 4.3A y B.

Stratum typicum: Tramo 2

Paratipos: MGUV6121, ejemplar figurado en las Figs. 7.1H-J y MGUV5340, ejemplar figurado en las Figs. 7.1K, L.

Material: 5 ejemplares encontrados en las distintas muestras pertenecientes a las secciones: CP 62(1) y Basibé 2⁰⁴(4). Resto del material figurado: Figs. 7.1M, N (MGUV6122) y Figs. 7.1O, P (MGUV6123).

Diagnosis: El elemento Pa se caracteriza por la particular combinación de los siguientes aspectos morfológicos y ornamentales: forma cruciforme oblicua debido a la marcada diferencia del ángulo formado por los semiejes laterales con el antero-posterior, el formado con el interno es de 30°, y el formado con el externo varía entre 100 y 110°; lóbulos laterales o secundarios ornamentados por al menos dos o más nódulos en cada uno de ellos.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico y de contorno subtriangular. Lóbulos laterales muy desarrollados de bordes subtriangulares a redondeados.

La longitud de la lámina libre es igual o ligeramente mayor que la del cuerpo principal. La unidad presenta un aspecto cruciforme oblicuo.

Carena anterior formada por, al menos 8-9 dentículos de sección oval, parcialmente fusionados en su base y de perfil aserrado; además, los dentículos anteriores (2º, 3º y 4º) se desarrollan con más altura y están bien individualizados. Carena posterior formada por 6-7 dentículos de sección oval o redondeada. Carenas secundarias o laterales formadas por al menos, dos dentículos de igual tamaño cada una, aunque en algunos ejemplares (Figs. 7.1E-G) hay un dentículo más (en el lado interno), justo a continuación de la carena lateral interna, hacia el margen.

La ornamentación del cuerpo principal de esta especie está formada por nódulos redondeados distribuidos cerca del margen.

En vista lateral, los ejemplares presentan un ligero arqueamiento aboral y a pesar de esta convexidad, los dentículos de los lóbulos laterales se proyectan verticalmente.

En vista aboral, cavidad basal rómbica y de tamaño pequeño a mediano. Quillas secundarias bien desarrolladas, formando un ángulo próximo a 180º y alcanzando hasta las dos terceras partes de la longitud de sus correspondientes lóbulos. Quillas anterior y posterior surcadas hasta al menos el primer tercio de sus correspondientes lóbulos. La cavidad basal del ejemplar (Fig. 7.1N) está completamente abierta debajo de los lóbulos laterales, ya que las quillas son sustituidas por surcos basales abiertos que continúan la cavidad basal.

Discusión: esta nueva especie se diferencia de *A. postbinodosa* en que tiene dos dentículos redondeados de igual tamaño en

cada carena lateral y el aspecto cruciforme es oblicuo, mientras que *A. postbinodosa* sólo tiene un dentículo en cada lado y la forma cruciforme es recta.

A. chiyangi se diferencia de *A. pristina* por la asimetría del cuerpo principal y por su cavidad basal rómbica.

Nuestra especie presenta una cierta similitud con *A. rotundiloba* "early form" de Klapper (1985, lám. 1, figs. 17 y 18) la que más tarde fue incluida como *A. soluta*, morfotipo 2 por Sandberg *et al.* (1989, text. fig. 2, especie 7). Este parecido se debe a la asimetría del cuerpo principal, ya que la figura ilustrada por Klapper posee una carena externa ligeramente curvada hacia el anterior y la carena interna está dirigida lateralmente; sin embargo, en nuestra especie la carena interna está fuertemente dirigida anteriormente y la carena externa se dirige postero-lateral. Esta estructura confiere una oblicuidad marcada.

Distribución estratigráfica y geográfica: esta especie se ha registrado únicamente en el Pirineo Central Español y se encuentra en el tramo de Basibé 2 asociada a *A. rotundiloba*, *P. klugi*, y *P. rugosa*; por lo que su distribución estratigráfica va desde la parte media de la Zona MN1 hasta la base de la Zona MN2 de Klapper (1989); por tanto, correspondería a la Biozona *Falsiovalis* Inferior.

Ancyrodella devonica

García-López, 1986

1986 *Ancyrodella devonica* n. sp. García-López, p. 60, lám. 3, figs. 1-10

2001 *Ancyrodella devonica* García-López; Ovatonova & Kononova, p. 72, lám. 9, figs. 28-30

2012 *Ancyrodella devonica* García-López; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 823, figs. 4M-P

Material: 2 ejemplares procedentes de los niveles Amp4(1), MGUV 6076 y Amp7(1), MGUV 6077.

Los apartados de descripción y discusión de esta especie se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 823, figs. 4M-P).

Distribución estratigráfica y geográfica: *A. devonica* tiene un rango comprendido entre las biozonas *Transitans* (la parte media) y *Punctata*, que de acuerdo con Klapper (1997) en su correlación gráfica entre Montaña Negra y el O. de Canadá, se situaría aproximadamente en el intervalo comprendido entre las Zonas MN4-6.

Esta especie se registra en Europa (Pirineos y Cordillera Cantábrica) y en las Regiones Centrales de la Plataforma Rusa.

***Ancyrodella javieri* n. sp.**

Figs. 7.1Q-X, 7.2A, B

1988 *Ancyrodella paraiodes* Tian (en Hou); lám. 125, figs. 1, 3-4. Ejemplares considerados como "nomen nudum." (al no haber sido descritos).

Derivatio nominis: Especie dedicada al excursionista y naturalista, aragonés Javier Valenzuela Ríos por su constante ayuda altruista, quién acompañó y compartió muchas aventuras en las cumbres pirenaicas junto a su hermano Nacho.

Holotipo: MGUV6124 , ejemplar figurado en la Figs. 7.1T, U.

Locus typicus: Sección Basibé, levantada en las Facies de Sierra Negra del área conocido como Collado de Basibé, cercana a la localidad de Cerler (Huesca). Ver Fig. 4.3A y B.

Stratum typicum: Tramo 1.

Paratipos: MGUV6125, ejemplar ilustrado en las Figs. 7.1Q-S y MGUV6126, ejemplar perteneciente a las Figs. 7.1V-X.

Material: 6 ejemplares de los siguientes niveles: CP 63₄₋₁₄(1), Basibé 1⁰⁴(1), Basibé 2⁰⁴(3) y Basibé 3⁰⁴(1). Resto del material figurado: Basibé 2⁰⁴, MGUV6127 (Figs. 7.2A, B)

Diagnosis: El elemento Pa se caracteriza principalmente por su forma cruciforme, con lóbulos laterales o secundarios ornamentados por uno o más denticulos

(de diferente o igual tamaño) en cada lóbulo, posición retrasada de los lóbulos y presencia de una cavidad basal abierta, de tamaño moderado.

Descripción: Cuerpo principal simétrico y de contorno lanceolado. Lóbulos laterales sub-trianguulares, con el externo ligeramente más desarrollado que el interno. En algunos ejemplares, los contornos de los lóbulos laterales llegan a ser trapezoidales. (Figs. 7.1V, X)

La lámina libre es ligeramente más larga que la del cuerpo principal. La unidad presenta un aspecto cruciforme, con los semiejes laterales formando un ángulo de 90° con el semieje antero-posterior.

Los lóbulos presentan un desarrollo muy simple como se describe a continuación: 1) Carena anterior formada por, al menos 5 o 6 denticulos de sección oval, parcialmente fusionados en su base; los dos primeros denticulos anteriores son más altos y están bien individualizados y a partir del tercero, decrecen en tamaño. 2) Carena posterior formada por 6 o 7 denticulos de sección oval y comprimidos lateralmente. 3) Carenas secundarias o laterales formadas por al menos, dos denticulos (de diferente tamaño) en el interno y dos denticulos (de igual tamaño) en el externo. 4) En general, los lóbulos laterales se sitúan en la mitad posterior.

En vista lateral en algunos ejemplares se observa que los denticulos de los lóbulos laterales tienden a inclinarse tanto anteriormente (Fig. 7.1W) como posteriormente, (Fig. 7.1 R).

En vista aboral, la cavidad basal es rómbica, abierta y de tamaño moderado. Quillas anterior y posterior rectas o ligeramente inclinadas y surcadas hasta el primer tercio de la longitud de sus lóbulos correspondientes.

Discusión: esta especie parece estar muy estrechamente relacionada con los ejemplares de *A. binodosa* de Uyeno (1976: lám 1, figs. 1-3; 1974: lám. 2, figs. 2-5) y

Bultynck & Jacob (1981: lám. 8, figs. 1-4; lám. 9, figs. 1-8); sin embargo, la presencia de dos nodos bien desarrollados en ambos lóbulos laterales, la simetría del cuerpo principal, la posición posterior de los lóbulos laterales y la forma general cruciforme son caracteres que permiten diferenciar *A. javieri* n. sp. de *A. binodosa*.

A. chiyangi difiere de *A. javieri* en la fuerte asimetría del cuerpo principal, con ángulo entre los semiejes antero-posterior y lateral interno inferior a 45°, y por la presencia de nodos redondeados marginales en el lóbulo posterior.

En la sección Basibé, muestra 1⁰⁴ *A. javieri* n. sp. aparece asociada con *A. pristina*. Esta asociación indicaría que la nueva especie está dentro de la pauta evolutiva entre *A. binodosa* a *A. pristina* según Sandberg *et al.* (1989, fig.-text 2); por lo tanto, podría interpretarse que la especie *A. javieri* puede derivarse de *A. binodosa* (quizás de algún morfotipo) y que evoluciona paralelamente a la línea evolutiva de *A. pristina* hasta *A. rotundiloba*. Parece que *A. javieri* evoluciona más tarde a otra especie definida, *A. chiyangi*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie aparece asociada a *A. pristina*, *P. dengleri*, *P. pennatus*, *P. dubius*, *P. decorosus* y *P. limitaris* en la capa Basibé 1⁰⁴; por tanto, su distribución estratigráfica va desde la Zona MN1 hasta la base de la Zona MN2 de Klapper (1989), que correspondería a parte de la Biozona *Falsiovalis* Inferior.

A. javieri se ha encontrado en Europa (Pirineo Central Español) y en Asia (China: provincia de Sichuan)

Ancyrodella lobata

Branson & Mehl, 1934

1934 *Ancyrodella lobata* n. sp. Branson & Mehl, p. 239, lám. 19, fig. 14; lám. 21, figs. 22-23
2012 *Ancyrodella lobata* Branson & Mehl; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 824, figs. 5A-H (con lista de sinonimia)

Material: 4 ejemplares proceden de los niveles Amp5(1), Amp7(1) y Amp9(2). Material publicado: MGUV: 6078-6081.

Los apartados de descripción y discusión de esta especie se comentan con más detalle en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 824, figs. 5A-H).

Distribución estratigráfica y geográfica: *A. lobata* tiene un rango comprendido entre las biozonas de *hassi* y *linguiformis*; según Klapper (1997), este intervalo equivaldría a las Zonas MN6-12.

Esta especie se registra en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Ardenas, Montaña Negra, Montañas Renanas y Montañas del Harz), en África (en el Pre-Sahara de Marruecos), en Norteamérica (los Territorios del Noroeste de Canadá) y en el E. de Asia (China: Guangxi e Yunnan).

Ancyrodella mouravieffi

García-López, 1986

1986 *Ancyrodella mouravieffi* n. sp. García-López, p. 63, lám. 1, figs. 17-24, figs. 1-6
2012 *Ancyrodella mouravieffi* García-López; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 824, 826, texto-figs. 5I-L

Material: 2 ejemplares proceden de los niveles Amp1, MGUV6082 y Amp4, MGUV6083.

Esta especie se describe y se discute en detalle en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 824, 826, figs. 5I-L).

Distribución estratigráfica y geográfica: *A. mouravieffi* aparece en la parte inferior de la Biozona *Transitans* y alcanza hasta la Biozona *Punctata*. Según la zonación de Klapper (1989) de la Montaña Negra, este intervalo correspondería entre las zonas MN4-6.

Ancyrodella* sp. cf. *Ancyrodella mouravieffi

2012 *Ancyrodella* sp. cf. *Ancyrodella mouravieffi*, Liao & Valenzuela-Ríos, p. 826, Fig. 5M, N

Material: 1 ejemplar procede del nivel Amp5, MGUV6084

Esta especie se describe y se discute con más detalle en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 826, figs. 5M, N).

Ancyrodella pristina

Khalymbadzha & Chernysheva, 1970

Figs. 7.2C-H

1970 *Ancyrodella pristina* n. sp. Khalymbadzha & Chernysheva, pp. 88-89, lám. 1, figs. 3-8

2002 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva; García-López, lám. 2, figs. 21, 22 (renombrado del holotipo de *Ac. isabelae*)

2007 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva; Aboussalam & Becker, p. 364, figs. 9K, L, O, P.

2007 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* Khalymbadzha & Chernysheva; Aboussalam & Becker, figs. 9M-N

2007 *Ancyrodella rotundiloba* Khalymbadzha & Chernysheva; Over, fig. 11.18

2008 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 2, 3 y 7; figs. 6J (con lista de sinonimia)

2008 *Ancyrodella binodosa* Uyeno; Ovnatanova & Kononova, p. 1080, lám. 26, fig. 3

2010 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva; Gouwy, pp. 113-114, lám. 10, figs. 6a, b

2012 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 11, 12, figs. 6A-B

Material: 27 ejemplares procedentes de 3 secciones: LGA 221₁₂₂₋₁₃₀(2), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(3), LGA-I/1c(1), LGA-I/2(1), LGA-I/5(1), LGA-I/6b⁰⁶(1); CP/59⁰⁴(2), CP/60a(3), CP/60b(1), CP/62(1), CP/63₄₋₁₄(2), CP/65(1); Basibé1(1), Basibé1⁰⁴(5), Basibé2(2).

Material publicado: CP/59⁰⁴, MGUV6009; **Material re-ilustrado:** LGA221₁₉₅₋₂₀₀(2), MGUV6150-6151; **Material figurado:** Basibé1⁰⁴(2), MGUV6128-6129.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de contorno triangular. Lóbulos que varían de agudos, rectos a subredondeados. La plataforma es igual o ligeramente más larga que la lámina.

Carena anterior formada por 5 a 7 denticulos elípticos, de espaciado amplio y

decreciendo en tamaño anteriormente. Carena posterior ligeramente curvada, compuesta por 4-5 denticulos, de secciones oval a circular, con espaciado más próximo; algunos de ellos están fusionados. Lóbulo posterior ornamentado por una fila, a cada lado, de nodos alineados, que son subparalelos a la carena y además, les acompañan otros nodos más pequeños y menos numerosos, que se distribuyen hacia los márgenes. Lóbulos secundarios, con márgenes rectos o redondeados; el externo es ligeramente asimétrico.

Cavidad basal de tamaño moderado, aspecto cruciforme, ligeramente estrecho, localizado en la parte anterior de la plataforma; presenta una proyección de los flancos similar al de *A. binodosa*. Quilla anterior estrecha y recta. Quilla posterior ligeramente curvada, que es más amplia (próxima a la cavidad) que la parte distal. Las quillas secundarias pueden ser de buen desarrollo o incipiente; éstas forman un ángulo próximo a 180° y no alcanzan hasta el final de los lóbulos marginales.

La descripción de esta especie también se puede ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 346, 347).

Discusión: Tradicionalmente, esta especie es considerada como una de las primeras formas de ancirodélidos. En los años 80, Klapper (1985) definió la especie *A. rotundiloba* early form; más tarde, Sandberg *et al.* (1989) enmendó la diagnosis de la especie de *A. pristina*, previamente definida por Khalymbadzha & Chernysheva (1970). Ambos conceptos son válidos para su uso. Esta especie se caracteriza principalmente por: el contorno de la plataforma lanceolado a subtriangular, acompañado de márgenes anteriores rectos, una simple ornamentación formada por dos nodos grandes (uno a cada lado de la carena) y otros nodos más pequeños en los márgenes, una lámina libre más larga y la cavidad basal, de tamaño mediano, de aspecto en forma de "T". Sandberg *et al.*

(1989: 211) distinguió 3 morfotipos en base a la forma de los márgenes de los lóbulos laterales. En nuestros ejemplares son reconocidos dos morfotipos: M1 y M2. El ejemplar (Fig. 7.2C) se caracteriza por tener una cavidad basal subrectangular, de aspecto ensanchado; el ángulo formado entre la carena secundaria externa y carena principal es aproximadamente de 110°.

Distribución geográfica y estratigráfica: *A. pristina* tiene un rango restringido dentro de la Biozona *Falsiovalis* Inferior y Superior (parte inferior); según la zonación de Montaña Negra de Klapper (1989), correspondería a las zonas MN1-2 (Frasniense basal). Nuestros ejemplares se registran dentro del intervalo de la zona MN1 y primera parte de la zona MN2.

Esta especie se registra en Europa (Pirineos Español, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Ardenas, Alpes Cárnicos, Montañas de Santa Cruz, área de Volga-Kamsky y los Urales Sub-polares), en Marruecos (Anti-Atlas y Meseta) y en el E. de Asia (S. de China, Guangxi).

Ancyrodella rotundiloba alata

Glenister & Klapper, 1966

Figs. 7.2I-P

*1966 *Ancyrodella rotundiloba alata* n. subsp., Glenister & Klapper, pp. 799-800, lám. 85, figs. 1-8; lám. 86, figs. 1-4

1967 *Ancyrodella rotundiloba* Glenister & Klapper; Müller & Clark, p. 908, lám. 115, fig. 8; texto-fig. 501

1968 *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper; Pollock, p. 420, lám. 61, figs. 2, 3.

1974 *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper; Uyeno, p. 24, lám. 1, figs. 3, 7

1985 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Klapper, p. 27, lám. 4, figs. 1-8; lám. 5, figs. 1-16; lám. 6, figs. 1-12; lám. 7, figs. 1-11; lám. 8, fig. 8; texto-fig 3K, L, O-R

1985 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Bardashev & Ziegler, p. 76, lám. 2, fig. 27

1986 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Bultynck, pp. 276, 277, lám. 1, figs. 10, 11

1986 *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper; Hou *et al.*, p. 27, lám. 2, figs. 13, 14, 19 y 22

1989 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* Glenister & Klapper; Ji, p. 316, lám. 3, figs. 10-13

1989 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Sandberg *et al.*, p. 222, lám. 2, figs. 7, 8; 226, lám. 4, figs. 8, 10, 11

1989 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Vandelaer *et al.*, p. 239, lám. 1, figs. 2a, b

1991 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Uyeno, p. 158, lám. 4, figs. 4-6

1992 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Bardashev, pp. 82, 83, lám. 11, figs. 33-36

1993 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Racki & Bultynck, lám 9, figs. 1-4

1994 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Bai *et al.*, p. 161, lám. 2, figs. 1-3

1994 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Weary & Harris, p. 224, lám. 2, figs. 11-14.

1994 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Izokh *et al.*, lám. 2, figs. 1, non 6 y 8 (=Ac. africana)

1995 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Hüneke, p. 124, lám. 2, fig. 9

2003 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Over *et al.*, p. 222, lám. 1, figs. 16, 17

2007 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Over, figs.11.15-17

2008 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper; Ovnatanova & Kononova, pp. 1079-1080, lám. 26, figs. 4, 5

2013 *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 347, figs. 6C-D

Material: 27 ejemplares de los siguientes niveles: CP64(7), CP64'⁰⁴(10), CP65(1); LGA225top(2), LGA226(1), LGA227b(4), LGA-1/6(1) y Basibé4'⁰⁴(1).

Material re-ilustrado: LGA225top(2), MGUV6152-6153; **Material figurado:** LGA226, MGUV5392 y Basibé 4'⁰⁴, MGUV6130.

Descripción: cuerpo principal ligeramente asimétrico y de contorno cordiforme. Los bordes de los lóbulos laterales son redondeados a ligeramente rectos. La lámina libre puede ser igual o ligeramente más corta que el cuerpo principal.

Carena anterior formada por, al menos 6 dentículos de sección redondeada a oval, algunos, bien individualizados y otros, parcialmente fusionados en su base. Carena posterior formada por al menos 6 o 7 dentículos de sección oval y comprimidos lateralmente. Carenas secundarias o laterales formadas por 2 o 3 dentículos, redondeados e individualizados y de igual tamaño; a veces, estos dentículos llegan a unirse.

La ornamentación de la plataforma está compuesta por varias filas de nodos (de sección circular que decrecen en tamaño hacia los márgenes) y se disponen oblicuamente al eje antero-posterior.

En vista lateral, la unidad no parece presentar ningún tipo de arqueamiento.

Cavidad basal rómbica y pequeña. Quillas anterior ligeramente inclinada y posterior recta, que en algunos están surcadas. Quillas secundarias de trazado fino, sin alcanzar el crimp. Quilla interna dirigida antero-lateralmente, formando un ángulo agudo con las quillas principales y curvada ligeramente hacia el anterior; quilla externa recta o a veces, dirigida postero-lateralmente. El ángulo formado entre las quillas laterales alcanza entre 100 - 120°.

Discusión: el desarrollo característico de las quillas secundarias nos permite asignar esta forma a la especie *A. rotundiloba alata*.

La presencia de numerosos nodos, la pequeña cavidad basal y el aspecto no cruciforme de nuestros ejemplares sugiere una relación muy estrecha con las formas de la Montaña Negra que aparecen en los niveles estratigráficos superiores (ver Klapper, 1985: 27).

Los especímenes figurados por Uyeno (1974: lám. 1, figs. 3, 7; 1991: lám. 4, fig. 4) muestran un desarrollo más corto de las quillas, especialmente la externa que no alcanza más allá de la mitad del lóbulo. Además, estas formas tienen lóbulos secundarios comparativamente más grandes que los de nuestros ejemplares;

este aspecto va acompañado de un mayor desarrollo del aspecto alado en los ejemplares canadienses.

Distribución estratigráfica y geográfica: el rango de *A. r. alata* va desde la parte superior de la Biozona *Falsiovalis* hasta la Biozona *Transitans* (Sandberg *et al.*, 1989), que equivale a las zonas MN2-4 de la Montaña Negra.

El registro geográfico de este taxón es amplio. Se registra en Europa (Pirineos, Ardenas, Montañas del Harz, Montañas Renanas, Montañas de Santa Cruz y Montaña Negra y en el N. de los pre-Urales (Chernyshev Swell)), en el pre-Sahara marroquí, en Norteamérica (Alberta, Maryland y Nueva York), en Asia Central (Turkistán y Zeravshan-Hissar) y en el E. de Asia (Yunnan y Guangxi).

Ancyrodella rotundiloba rotundiloba

(Bryant, 1921)

Figs. 7.2Q-X, 7.3A-D

1921 *Polygnathus rotundilobus* sp. nov. Bryant, pp. 26, 27, pl. 12, figs. 1-6

1986 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); García-López, pp. 64-65, pl. 1, figs. 6-10; fig-text. 11 (parcial sinonimia)

1989 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Sandberg *et al.* pp. 212, 213, pl. 2, figs. 5, 6, 9, 10; pl. 3, figs. 1-9; text-fig. 2, figs. 8-10 (incluida sinonimia)

1993 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Ji & Ziegler, p. 54, pl. 1, fig. 4, text-fig. 7, fig. 8; text-fig. 8, fig. 2

1993 *Ancyrodella soluta* Sandberg *et al.*; Ji & Ziegler, p. 54, pl. 1, figs. 5, 6 (= *A. rotundiloba*) ; text-figs. 7, 8, fig. 1

1993 *Ancyrodella soluta* Sandberg *et al.*; Racki & Bultynck, pl. 6, figs. 2, 3; pl. 7, figs. 3, 10, 11 (= *A. rotundiloba*)

1994 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Weary & Harris, pl. 2, figs. 7, 8, 15-21; text-figs. 5-8

1994 *Ancyrodella rotundiloba* late form (Bryant); Kirchgasser, pl. 2, figs. L, M, Q, R

1994 *Ancyrodella rotundiloba* early form (Bryant); Kirchgasser, pl. 2, figs. G, H

1995 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Hünecke, pl. 2, figs. 7, 8

1995 *Ancyrodella soluta* Sandberg et al.; Hünecke, pl. 2, fig. 6 (= *A. rotundiloba*)
 1999 *Ancyrodella soluta* Sandberg et al.; Lazreq, p. 60, pl. 3, fig. 10 (= *A. rotundiloba*)
 2004 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Izokh et al., pl. 2, fig. 4, 5
 2008 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 7, figs. 6Q, R
 2008 *Ancyrodella soluta* Sandberg et al.; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 7, Figs. 6K-P (= *A. rotundiloba*)
 2010 *Ancyrodella soluta* Sandberg et al.; Gouwy, p. 114, lám. 10, Figs. 5a, b y 9a, b (= *A. rotundiloba*)
 2012 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant); Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 15, 16, fig. 6E, 6F

Material: 81 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: LGA221₁₉₅₋₂₀₀(1), LGA222₁₀₋₁₆(1), LGA222₅₆₋₆₂(1), LGA225top(5), LGA226(5), LGA-I/2(2), LGA-I/6b'⁰⁶(1), LGA-I/7(1), LGA-I/9a(1); CP/60b(2), CP/60c(3), CP/61(1), CP/61'⁰⁴(1), CP/62a(1), CP/62(10), CP/63₄₋₁₄(2), CP/63(1), 63₃₉₋₄₅(2), CP/64a(3) CP/64(12), CP/64'⁰⁴(15), CP/65(2); Basibé2(2), Basibé2'⁰⁴(1), Basibé3(1), Basibé3'⁰⁴(2), Basibé4'⁰⁴(2).

Material publicado: CP/60b, MGUV6010; CP/60c, MGUV6011; CP/61'⁰⁴, MGUV6012.
Material re-ilustrado: LGA221₁₉₅₋₂₀₀, MGUV6154; LGA222₁₀₋₁₆, MGUV6155.
Material figurado: CP/62, MGUV5341; CP/64, MGUV5342; Basibé2'⁰⁴, MGUV6131; Basibé4'⁰⁴, MGUV6132.

Descripción: Cuerpo principal simétrico, de contorno general subtriangular, cuyos lóbulos laterales varían de redondeados a subredondeados. La plataforma es igual o ligeramente más larga que la lámina. Existe un espacio libre entre la lámina y la carena de la plataforma anterior.

Carena anterior recta a ligeramente oblicua, compuesta por 5 a 8 dentículos elípticos, comprimidos lateralmente, cuyas alturas crecen hacia adelante. Carena posterior recta con 6-9 dentículos, de secciones oval a circular, individuales o parcialmente fusionados y el espaciado

varía de mayor a menor; éstos decrecen en tamaño posteriormente. Carenas secundarias formadas por 1-4 nodos, de secciones elíptica-oval-redondeada, parcialmente fusionados, que decrecen en tamaño hacia los márgenes.

Plataforma ornamentada por 1 o 3 filas de nodos individuales a parcialmente fusionados, subparalelos a la carena principal, decreciendo en tamaño hacia los márgenes; los nodos marginales son agudos.

Cavidad basal rómbica, de tamaño moderado. Quilla anterior ligeramente curvada y quilla posterior recta. Las quillas secundarias puede formar una estructura cruciforme o también, la quilla interna se curva antero-lateralmente y la externa, latero-posteriormente. El ángulo formado por las quillas anterior e interna varía de 60° - 90°; el ángulo entre las quillas secundarias varía entre aproximadamente 150° - 180°.

Discusión: la presencia de un espacio libre entre la lámina y la carena en la ornamentación de la plataforma es común entre las especies de *A. rotundiloba*, *A. rugosa* y *A. r. alata* "early form".

Las quillas secundarias de *A. rugosa* se dirigen anteriormente, formando un ángulo entre 100°-120° y la densidad de nodos es mayor que en *A. rotundiloba*.

El contorno subtriangular de la plataforma y el desarrollo incipiente (ausencia) de las quillas secundarias en *A. rotundiloba* difiere de la plataforma alada y quillas secundarias bien desarrolladas de *A. r. alata*.

La alta densidad de nodos en el ejemplar (Fig. 7.2U), MGUV6154 podría atribuirse a *A. rugosa*; sin embargo, por la presencia de quillas secundarias incipientes y sus trayectorias (la interna dirigida anteriormente y la externa, dirigida lateralmente) se le incluye como *rotundiloba* forma tardía (late form).

En nuestro material pirenaico hemos reconocido los morfotipos M1 y M3. El

ejemplar (Fig. 7.2W), MGUV6155 pertenece al M1, por tener márgenes anteriores redondeados y nodos grandes.

Los apartados de descripción y discusión también se puede ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 7; 2012: 15-17).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Ji & Ziegler (1993) esta especie tiene un rango que comienza desde la Zona MN2 de Klapper (1989) y alcanza hasta la Biozona *Punctata*. Nuestros ejemplares se hallan en el intervalo comprendido entre las zonas MN2 y MN3. Su distribución es mundial.

***Ancyrodella* sp. A**

La descripción, discusión, material y la distribución estratigráfica de esta especie se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 826, figs. 5O, P).

Género *Icriodus* Branson & Mehl 1938

Icriodus amabilis Bultynck & Hollard, 1980

Figs. 7.3E-J

1980 *Icriodus amabilis* n. sp. Bultynck & Hollard, p. 38, lám. 4, figs. 19-21, 23

2002 *Icriodus amabilis* Bultynck & Hollard; García-López & Sanz-López, p. 172, lám. 1, figs. 20-22

2004 *Icriodus amabilis* Bultynck & Hollard; Gouwy, p. 44, lám. 1, figs. 9, 11

2011 *Icriodus amabilis* Bultynck & Hollard; Walliser & Bultynck, pp. 7, 8 y 10, lám. 4, figs. 7, 8

Material: Dos ejemplares procedentes del nivel Re⁰⁴, MGUV5300, 5301

Descripción: Cuerpo principal fusiforme ligeramente biconvexo a convexo-plano, cuya parte anterior es ligeramente estrecha.

Carena anterior girada en el tercio anterior, formada por 6 a 7 dentículos de sección circular a oval, de tamaños variables. Carena posterior compuesta por 2 a 3 dentículos, de sección oval, de tamaño más pequeño que los anteriores y están parcialmente fusionados, formando una

amplia cresta hasta el dentículo apical, que es mas alto y está fuertemente reclinado. Los dentículos de la fila media están unidos por un débil puente longitudinal a partir del tercer (anterior o distal) dentículo de la carena anterior que se continúa en la carena posterior. El penúltimo dentículo de la fila lateral interna es de menor tamaño o está ausente. Los dentículos de la fila media están ligeramente más adelantados que los de la filas laterales. El espaciado de las filas transversales es mayor en la mitad anterior del cuerpo.

En vista lateral, la altura de los dentículos de la fila media y las filas laterales es aproximadamente igual, a excepción de la carena posterior que aumenta gradualmente su altura, alcanzando el último dentículo una mayor altura y alto grado de inclinación (reclinado). El eje oro-aboral se localiza en el cuarto posterior.

Cavidad basal profunda y ampliamente expandida en el posterior, mientras es estrecha hasta la mitad anterior. Expansiones labiales más o menos simétricas y ampliamente desarrolladas en la mitad posterior. Borde posterior cóncavo o redondeado.

Discusión: Esta especie es muy parecida a *I. struvei*, sin embargo, se diferencia en un mayor desarrollo de la cavidad basal, cuya expansión labial comienza a partir de la mitad anterior; además, los dentículos de la carena posterior están fusionados y la cúspide se reclina fuertemente.

I. amabilis comparte con *I. hollardi* el gran desarrollo de la cavidad basal, cuya expansión labial es más o menos simétrica y comienza a partir de la mitad anterior, pero se diferencian en la posición del primer puente longitudinal (a partir del tercer dentículo en *I. amabilis* y desde el primero en *I. hollardi*) y en la longitud de la carena posterior, que es más larga en *I. hollardi*.

Si comparamos con las formas cantábricas y belgas, la anchura del cuerpo principal es mayor que la de nuestros ejemplares,

además, los dentículos de las filas laterales están muy desarrollados, configurando un aspecto ahusado transversalmente. Nuestras formas son más próximas al holotipo, es decir a las formas marroquíes.

Otras formas similares a *I. amabilis* son las norteamericanas como *I. stephensoni* de Sparling (1983: 851, 845) del N y centro de Ohio y de *Icriodus* sp. A de Klug (1983: 87) del S y Centro de Indiana; ésta especie, fue descrita posteriormente como *I. orri* en Klapper & Barrick (1983: 1230 y 1231). Nuestra especie se diferencia de *I. stephensoni* e *I. orri*, en el trazado gradual de la expansión labial de la cavidad de *I. amabilis*, que contrasta con la inflexión muy pronunciada a ambos lados hacia la mitad de la expansión y termina con unos rebordes laterales alados y asimétricos (*I. stephensoni* e *I. orri*).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck & Hollard (1980), el rango inferior de esta especie comienza en la Biozona *Costatus* y el rango superior (según Bultynck & Hollevoet, 1998) alcanza hasta la Biozona *Ensensis*. Nuestros ejemplares correspondería al intervalo de *Kockelianus-Ensensis* (Eifeliense final).

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Cordillera Cantábrica, Ardenas) y Marruecos (Tafilalet y Maider).

Icriodus brevis brevis

Stauffer, 1940

Fig. 7.3K

1940 *Icriodus brevis* n. sp. Stauffer, p. 424, lám. 60, figs. 36, 43-44, 52

1988 *Icriodus brevis* Stauffer; Hou *et al.*, pp. 321, 322, lám. 136, figs. 16-17

1989 *Icriodus brevis* Stauffer; Wang, p. 49, lám. 9, figs. 9a-c.

2001 *Icriodus brevis* Stauffer; Liao *et al.*, p. 17, lám. 2, figs. 3, 4 (lista de sinonimia).

2003 *Icriodus brevis brevis* Stauffer; Aboussalam, pp. 164, 165, lám. 23, figs. 3 - 4

2004 *Icriodus brevis* Stauffer; Gouwy, pp. 44, 90, lám. 1, figs. 3, 5; lám. 3, fig. 11

2008 *Icriodus brevis brevis* Stauffer; Liao & Valenzuela-Ríos, tablas 1A, B, C. (sin ilustración)

2010 *Icriodus brevis* Stauffer; Gouwy, pp. 116 -117, lám. 6, figs. 12a, b y 13a, b

2010 *Icriodus brevis* Stauffer; Narkiewicz & Bultynck, pp. 613, 621, figs. 13,10, 13.11, 18.17

Material: 11 ejemplares en total procedentes de dos secciones: CP/4b(3), CP/59⁰⁴(2); Re9⁰²(1), Re11(2), Re19(1), Re19⁰⁰U(1), Re20(1). Material publicado: Re20(1), MGV5218. Material figurado: Re 55+260⁰⁰, MGV5302.

Descripción: este apartado se ha comentado previamente en Liao *et al.* (2001: 17).

Discusión: los ejemplares pirenaicos son muy similares a las formas marroquíes de Aboussalam (2003) y Narkiewicz & Bultynck (2010) y a las formas italianas de Gouwy (2010). Además, las formas pirenaicas difieren ligeramente de las formas asiáticas de Hou *et al.* (1988) y Wang (1994), ya que éstos tienen más dentículos en la carena anterior.

Distribución estratigráfica y geográficas: Según Bultynck (1987) el registro más bajo de esta especie se sitúa en la Biozona *Timorensis* (Givetense Inferior) y el registro más alto se halla dentro de la Biozona *Hermann-Cristatus* (Klapper & Johnson, 1980); posteriormente, Aboussalam & Becker (2007: table 6) extienden su rango hasta la Zona MN2 de Klapper (1985) ó la Biozona *Falsiovalis* Superior. Nuestros ejemplares pirenaicos, incluidos los de la sección de Villech en Gouwy (2010: 66, fig. 4.5) tienen el rango que va desde la base de la Biozona *Rhenanus/Varcus* hasta la base de la Zona MN1 de Klapper (1985).

Esta especie se ha encontrado en Europa (Pirineos, Montañas Renanas y Ardenas, Boulonnais, Cerdeña), en África (Marruecos), en Norteamérica (Ohio, Iowa, Indiana y Mackenzie) y N. de Australia (Queensland).

Icriodus difficilis

Ziegler & Klapper 1976

Figs. 7.3L-N, 7.3O-Q

- 1976 *Icriodus difficilis* n. sp. Ziegler & Klapper (en Ziegler *et al.*), pp. 117, 118, lám. 1, figs. 1-7, 17
 1986 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Hou *et al.*, p. 31, lám. 19, figs. 6-9
 1989 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Wang, p. 50, lám. 9, fig. 12
 1989 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Ji, lám. 4, figs. 18 y 19
 1992 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Bardashev, text-figs. 4.39, 5.43, 13.49, lám. 1, figs. 5, 8, 11, 16, 17.
 1994 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Bai *et al.* p. 164, lám. 5, fig. 6.
 2002 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; García-López & Sanz-López, p. 139, fig. 9
 2003 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Aboussalam, p. 166, lám. 23, figs. 1-2
 2004 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Bai *et al.*, p. 164, lám. 5, fig. 6
 2007 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Bultynck, tabs 2, 4-8; figs. 5M, 6(L, N, S),
 2008 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 7, figs. 4C-D (con lista de sinonimia)
 2010 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Gouwy, 66, fig. 4.5
 2010 *Icriodus difficilis* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Bultynck, pp. 600-601, 603-604, tabs. 2, 6-7

Material: 44 ejemplares procedentes de los diferentes niveles de 2 secciones: Re3(6), Re4(4), Re5(1), Re7(2), Re10(2), Re11(5), Re15(2), Re16(1), Re20(2), Re24(1), Re45(1), Re53(1), Re55+180'⁰⁰(1), Re55+300'⁰⁰(2), Re55+360'⁰⁰(1), Re57'⁰⁴(1), Re55+460'⁰⁰(3), CP/18b(2), CP/19a'⁰²(2), CP/19a-b(2), CP/45c(1) y CP/45f(1). **Material publicado:** Re20(2), MGUV5203-5204; Re3, MGUV5205; CP/18b, MGUV5938. **Material figurado:** Re24, MGUV5303; CP/19a'⁰², MGUV5343. **Resto del material:** Re10, MGUV5269.

Los apartados de descripción y discusión de esta especie, se puede ver en Liao *et al.*

(2001: 17, 18 y 20) y Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 7 y 8).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (1987): esta especie aparece aproximadamente en la base de la Biozona *Rhenanus/Varcus* y alcanza hasta la Zona MN4 de Klapper (1989) que equivaldría a la Biozona *Transitans*. Nuestros ejemplares se registran dentro del intervalo de las biozonas *Timorensis* y *Norrisi*.

Se ha encontrado en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Boulonnais, Radom-Lublin), en Marruecos (Tafilalet y Maider), en Norteamérica (Ohio, Iowa y Mackenzie), en el N. de Australia (Queensland), en Asia Central (Turkestán) y en el E de Asia (Yunnan y Guangxi).

Icriodus latecarinatus

Bultynck, 1974

Figs. 7.3R-T

- 1974 *Icriodus eslaensis latecarinatus* n. subsp. Bultynck; p. 19, lám. II, figs. 7, 8; lám. III, figs. 1-7; lám. IV, figs. 1-9.
 1980 *Icriodus latecarinatus* Bultynck; Bultynck & Hollard, p. 40, lám. 9, fig. 6
 1987 *Icriodus latecarinatus* Bultynck; García-López, pp. 77, 78, lám. 8, figs. 16-24
 1994 *Icriodus latecarinatus* Bultynck; Racki & Bultynck, tabs. 1, 2, 4; figs. 6, 7
 2004 *Icriodus latecarinatus* Bultynck; Gouwy, tab. 4.1-1, lám. 1, fig. 6
 2007 *Icriodus latecarinatus* Bultynck; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 2-5, 7, 8, figs. 4U, 6G, 6M, 9O, 9R

Material: Un solo ejemplar procedente del nivel Re43, MGUV5304.

Descripción: Cuerpo principal fusiforme biconvexo, cuyo extremo anterior es ligeramente estrecho y agudo.

Carena anterior formada por 6 a 7 dentículos de sección circular a oval, de tamaños variables; los dos dentículos anteriores no están alineados con respecto a los demás. Carena posterior compuesta por 2 dentículos, de sección oval y de tamaño más pequeño que el dentículo

apical y parcialmente fusionados, formando una amplia cresta, que es mas alto y está ligeramente reclinado. Los dentículos de la fila media están unidos por un débil puente longitudinal a partir del tercer (anterior o distal) dentículo de la carena anterior que se continúa en la carena posterior. Los penúltimos dentículos de las filas laterales, de menor tamaño, están parcialmente fusionados. Los dentículos de la fila media están ligeramente más adelantados (los anteriores) que los de la filas laterales. El espaciado de las filas transversales es mayor en el tercio anterior del cuerpo.

En vista lateral, la altura de los dentículos de la fila media y las filas laterales es ligeramente superior, a excepción de la carena posterior que disminuye ligeramente y de nuevo, aumenta en altura y tamaño en la cúspide y a la vez se reclina. El eje oro-aboral se localiza en el cuarto posterior.

Cavidad basal algo ensanchada en la mitad posterior, mientras es estrecha hasta la mitad anterior. Expansiones labiales más o menos simétrica en la mitad posterior y desarrollo incipiente del espolón interno. Borde posterior cóncavo o subredondeado.

Discusión: Nuestro ejemplar pirenaico difiere ligeramente del holotipo por la presencia de un puente longitudinal bien desarrollado en la fila media y por una expansión labial menos asimétrica y menos ancha; sin embargo, el borde posterior es más próximo al de los paratipos.

Nuestro ejemplar se aproxima más a las formas cantábricas en el desarrollo del puente longitudinal en la fila media, los extremos: anterior, más agudo y sin desarrollo de dentículos laterales cercanos a el y el posterior, presente una cresta formada por dos dentículos (ovales y pequeños) y el dentículo apical, más gruesa que se reclina ligeramente.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (2003), esta especie tiene un rango que comienza desde la mitad superior de la Biozona *Rhenanus/Varcus* y

alcanza hasta el techo de la Biozona *Norrisi*. Más tarde, Narkiewicz & Bultynck (2007) baja su límite inferior hasta la mitad de la Biozona *Timorensis* y Racki & Bultynck (1993) extiende su rango superior hasta la base de la Zona MN4 (Klapper 1989), que equivale a la Biozona *Transitans*. Nuestro ejemplar corresponde a la parte superior de la Biozona *Ansatus*.

Este taxón se registra en Europa (Pirineo Central, Cordillera Cantábrica, Ardenas, Montañas de Santa Cruz, Radom-Lublin) y en Marruecos (Tafilalest).

Icriodus latericrescens latericrescens

Branson & Mehl, 1938

Figs. 7.3U-X

1938 *Icriodus latericrescens* n. sp. Branson & Mehl, pp. 164-165, lám. 26, figs. 30-32, 34-35

2001 *Icriodus latericrescens latericrescens* Branson & Mehl; Liao *et al.* pp. 20, 21, lám. 1, figs. 17, 18, 21-24 (con lista de sinonimia).

2003 *Latericriodus latericrescens latericrescens* (Branson & Mehl); Aboussalam, pp. 168, 169, lám. 22, figs. 11, 14. (con lista parcial de sinonimia).

Material: 15 ejemplares de los niveles de dos secciones: Re21(7), Re45(3), Re47(3), Re51(1) y CP/59⁰⁴(1). Material publicado: Re45(2), MGUV5212-5213; Re21(2), MGUV5214-5215. Material figurado: Re21, MGUV5305 y CP/59⁰⁴, MGUV5344.

Los apartados de descripción y discusión de la especie se comentan previamente en Liao *et al.* (2001: 20, 21).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Klapper & Ziegler (1967), Orr (1971) y Sparling (1995) esta especie tiene un rango que comienza en el tránsito de las biozonas *Hemiansatus/Timorensis* y su rango superior alcanza hasta la base del Frasnense, según (Sandberg *et al.*, 1989) y Liao *et al.* (2001). Nuestros ejemplares corresponde al intervalo comprendido entre las biozonas *Ansatus* y *Norrisi*.

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Cordillera Cantábrica,

Montaña Negra, Montañas Renanas, Eifel), en el SE de Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica (Pensilvania, Ohio, Nueva York, N y centro de Iowa, NO de Illinois, Michigan, S y N de Indiana).

Icriodus lilliputensis

Bultynck, 1987

Figs. 7.3Y, Z

1987 *Icriodus lilliputensis* Bultynck n. sp. pp. 159-160, lám. 5, fugs. 13-19.

2004 *Icriodus lilliputensis* Bultynck; Gouwy, pp. 44, 45, lám. 1, fig. 8

2007 *Icriodus lilliputensis* Bultynck; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 2, 5, 8, figs. 4Y, Z, AA, BB, CC, DD

2010 *Icriodus lilliputensis* Bultynck; Narkiewicz & Bultynck, p. 614, figs. 14.1-12, 14.18-23 (con lista parcial de sinonimia)

Material: Un único ejemplar procedente del nivel Re 24, MGUV5306 de la sección Renanué.

Descripción: Cuerpo principal biconvexo, ahusado y ligeramente ancho en su mitad posterior. Carena anterior formada por 7 dentículos libres, de sección circular a oval, donde los dos dentículos anteriores son más altos y gruesos. Los dentículos de las filas laterales son redondeados y más grandes que los correspondientes de la fila media. Carena posterior formada por 2 dentículos de sección ovalada, fusionados en sus bases y unidos por una débil cresta longitudinal; éstos son más altos que los del resto de la fila media y están fuertemente inclinados hacia atrás; el posterior está ligeramente desplazado hacia el lado interno. Los dentículos de la fila media se adelantan distalmente con respecto a los de las filas laterales.

Perfil lateral cuneiforme, con la parte estrecha situada anteriormente. Dentículos laterales fuertemente insertados en la hoja, gruesos y libres; de altura similar, aunque el último parece más alto.

Cavidad basal más estrecha en su mitad anterior. Expansiones labiales asimétricas,

la externa más desarrollada que la interna con un débil espolón. Borde posterior recto.

Discusión: si comparamos con el holotipo y los paratipos figurados por Bultynck (1987: 160) y también con las formas canadienses y belgas citadas por Narkiewicz & Bultynck (2010: 614, 615), nuestro ejemplar tiene una particularidad que es la presencia de un dentículo anterior más; a pesar de ello, lo asignamos a esta especie por las características descritas anteriormente.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (1987) el rango de esta especie comienza desde la parte alta de la Biozona *Hemiansatus* hasta la parte basal de la Biozona *Ansatus*. Posteriormente, Narkiewicz & Bultynck (2007: tabla 2 y 9) citan que el rango va desde la parte superior de la Biozona *Hermannii* hasta la Biozona *Subterminus*. En el último trabajo de comparación con faunas canadienses, belgas y polacas de Narkiewicz & Bultynck (2010: fig. 9), el rango de esta especie se citan desde la parte alta de la Biozona *Hemiansatus* hasta la Zona MN1 de Klapper (1989). El único ejemplar registrado aquí se halla en la Biozona *Ansatus*.

Esta especie se encontró en Europa (Pirineos, Ardenas, Boulonnais, Radom-Lublin) y Marruecos (Tafilalet).

Icriodus lindensis

Weddige, 1977

Figs. 7.3AA-AC, 7.4A, B

1977 *Icriodus lindensis* n. sp. Weddigei, p. 293, lám. 2, figs. 38-39

1994 *Icriodus lindensis* Weddigei; Bai *et al.* 164, lám. 5, fig. 11

2001 *Icriodus lindensis* Weddigei; Liao *et al.* 21, lám. 2, figs. 1, 2 (lista de sinonimia).

2004 *Icriodus lindensis* Weddigei; Gouwy, 45, lám. 1, fig. 2; 90, lám. 3, figs. 9, 10.

2007 *Icriodus lindensis* Weddigei; Narkiewicz & Bultynck, figs. 9 (M, N, Q, S, T, U, W-Y).

2008 *Icriodus lindensis* Weddigei; Liao & Valenzuela-Ríos, 4 y 5, tablas 1A-B.

2010 *Icriodus lindensis* Weddigei; Narkiewicz & Bultynck, 604, tabla 7.

Material: 5 ejemplares procedentes de los niveles de dos secciones: Re19(2), Re19⁰⁰U(1), Re20(1) y CP/4b(1). Material publicado: Re20, MGUV5217. Material figurado: Re19(2), MGUV5307, 5308.

La descripción y discusión de esta especie pueden ver en Liao *et al.* (2001: 21, 22).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Weddigei (1977) y Bultynck (1987) esta especie queda limitada entre la parte alta de la Biozona *Hemiansatus* y la Biozona *Timorensis*. Narkiewicz & Bultynck (2007) lo amplía un poco más hasta la parte inferior de la Biozona *Ansatus*. Nuestros ejemplares aparecen en el intervalo de las biozonas de *Rhenanus/Varcus* y la parte basal de *Ansatus*.

La especie se ha registrado en Europa (Pirineos, Ardenas, Montañas Renanas, Boulonnais y área de Radom-Lublin), África (Marruecos pre-sahariano), en Norteamérica (Ohio) y en el E. de Asia (Yunnan).

Icriodus obliquimarginatus

Bischoff & Ziegler, 1957
Figs. 7.4C-L

- 1957 *Icriodus obliquimarginatus* n. sp. Bischoff & Ziegler, pp. 62-63, lám. 6, fig. 4
1986 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; García-López, p. 79, lám. 7, figs. 21-30
1988 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Sparling, p. 14, figs. 17.12, 18.6
1989 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Mawson & Talent, lám. 2, figs. 7- 10
1989 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Wang, p. 51, lám. 9, figs. 4, 5
1990 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Lazreq, p. 74, lám. 2, figs. 23, 24
1992 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Bardashev, p. 82, lám. 11, fig. 7
1994 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Bai *et al.*, p. 165, lám. 4, figs. 11-13
1994 *Icriodus regularicrescens* Bultynck; Bai *et al.*, p. 165, lám. 4, figs. 5, 6, 9
1995 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Sanz-López, pp. 438, 439, lám. 28, figs. 3-7, 10

1999 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Lazreq, p. 65, lám. 1, figs. 12-14

1999 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Sparling, p. 899, figs. 3.11, 3.12 y 3.15

2004 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Gouwy, p. 52, lám. 2, fig. 4; 90, lám. 3, fig. 14.

2008 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 7, 8, figs. 3G, J (con lista de sinonimia)

2010 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Gouwy, pp. 34, 66-68, tablas 3.1, 4.1 y 4.2, figs. 4.5

2010 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Narkiewicz & Bultynck, p. 604, tabla 7.

2011 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler; Walliser & Bultynck, p. 17, lám. 4, figs. 16-19

Material: 35 ejemplares procedentes de los niveles de 3 secciones: Re-8(7), Re-7(3), Re-5(12), Re49(1), CP/-2(1), CP/-1(1), CP/3(1), CP/18b(1), CP/19a⁰²(1), CP/19a-b(2), CP/20(3), CP/21(1) y LGA178a(1). Material publicado: CP/-2, MGUV5974; CP/20, MGUV5975. Material figurado: Re-8, MGUV5268; Re-5, MGUV5309.; CP/19a-b, MGUV5345; CP/21, MGUV5346.

Descripción: cuerpo principal ligeramente biconvexo, alargado y estrecho.

Carena anterior formada por 7 a 10 dentículos, de secciones circular, romboidal o lenticular, unidos por finos puentes longitudinales cuyo trazado puede ser recto o sinuoso. Carena posterior compuesta por 4 a 5 dentículos, de secciones circular a lenticular, fusionados en sus bases y unidos por una fina cresta longitudinal; más pequeños que los de la carena anterior, de altura similar y con la cúspide está marcadamente reclinada. Unas 6 a 9 filas transversales, más espaciadas en la mitad anterior. Los dentículos de la fila media se encuentra ligeramente adelantados respecto a los de la filas laterales; y son más grandes que éstos. Los dentículos de la fila media se conectan con los de las filas laterales por puentes transversales.

En vista lateral, se observa que los dentículos de la fila media son similares en

altura o ligeramente más altos que los de las filas laterales. Eje oro-labral situado en la mitad posterior de la longitud. Los denticulos de la carena posterior son de altura muy similar a los de la fila media y en algunos ejemplares dibujan un arco posterior descendente. Unidad con perfil subrectangular a cuneiforme, con el margen anterior más bajo y recto y el posterior marcadamente oblicuo en la mayoría de los ejemplares.

Cavidad basal profunda y estrecha hasta la mitad anterior o alcanzando hasta el tercio central. La expansión labial de la cavidad basal es más o menos asimétrica y suele desarrollarse a partir de la mitad posterior o en el último tercio; en ocasiones, hay un débil espolón desarrollado, que en algunas ocasiones lleva una arista poco marcada. Margen posterior recto.

Discusión: Se diferencia de *I. regularicrescens* en que *I. obliquimarginatus* tiene una denticulación irregular en las filas transversales y la cúspide está reclinada u oblicua, mientras que la denticulación de *I. regularicrescens* es más regular y su cúspide es recta. Además, el número de denticulos de la carena posterior de *I. regularicrescens* es menor. Los denticulos de las filas media en *I. obliquimarginatus* son más pequeños que los de las filas laterales, mientras que en *I. regularicrescens* son del mismo tamaño, a excepción de la parte de la carena posterior; en ambos, los denticulos aumentan de tamaño y se fusionan, formando una cresta longitudinal.

Según Walliser & Bultynck (2011: 17) se distinguen 3 morfotipos en función del tipo de denticulación, el número de los denticulos y su variación en altura en la carena posterior, la reclinación o no del borde posterior en vista lateral y la presencia o no de un eje longitudinal más o menos recto (para más detalle ver en este trabajo).

En nuestros ejemplares pirenaicos pueden reconocerse las características distinguidas por los anteriores autores, pero no siempre

corresponden a los caracteres morfológicos propios de cada morfotipo, por ej. la forma tardía “ α ” muestra una denticulación irregular y la extensión de la carena posterior puede ser, al menos, 5 a 6 denticulos. Nuestros ejemplares pueden tener denticulación irregular tanto en niveles inferiores como en superiores; además, el 90 % de ellos tienen sólo 4-5 denticulos en la carena posterior.

La forma temprana “ γ ” se caracteriza por la presencia de un eje longitudinal recto. Nuestros ejemplares de niveles inferiores pueden estar rectos o inclinados. Por tanto, la propuesta de estos autores no es aplicable en los ejemplares pirenaicos.

Distribución estratigráfica y geográficas: Según (Weddige, 1977) esta especie empieza el rango desde la Biozona *Hemiansatus* y alcanza hasta la Biozona *Ansatus* (Ziegler *et al.* 1976; Lazreq, 1999); sin embargo, (Mawson & Talent, 1989) citan hasta la Biozona *Semialternans/Latifossatus* y en García-Alcalde *et al.* (1979) los citan incluso hasta el Givetense Superior (la Biozona *Hermanni*). Walliser & Bultynck (2011): los morfotipos β y γ aparecen en la base o ligeramente encima de la base de la Biozona *Hemiansatus* y el morfotipo α aparece en la parte superior de la Biozona *Hemiansatus*. Todos estos morfotipos alcanzan hasta el techo de la Biozona *Timorensis*. Nuestros ejemplares están comprendidos dentro del intervalo de las biozonas *Hemiansatus* y *Ansatus* (mitad inferior).

El taxón se han registrado en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Ardenas, Boulonnais y Cerdeña), N. de África (S. de Marruecos y meseta marroquí), Norteamérica (Iowa), NE de Australia (Montañas de Podge) y en Asia Central (Tajikistán).

Icriodus aff. regularicrescens

Para más información detallada puede consultar en Liao *et al.* (2001: 22).

***Icriodus struvei* Weddige, 1977**

Figs. 7.4M-U

1977 *Icriodus struvei* Weddige n sp. 296-297, lám. 2, figs. 21-22

1995 *Icriodus struvei* Weddige; Sanz-López 442, lám. 23, figs. 12-13; lám. 25, figs. 7-10.

2002 *Icriodus struvei* Weddige; García-López & Sanz-López 172, fig. 4; lám. 1, fig. 17

2010 *Icriodus struvei* Weddige; Gouwy 118-119, lám. 4, fig. 11 (con lista parcial de sinonimia)

2011 *Icriodus struvei* Weddige; Walliser & Bultynck 17, lám. 4, figs. 9-10

2013a *Icriodus struvei* Weddige; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 348, 349, fig. 6G

Material: 18 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: Re'⁰⁴(15), Re-8(2) y LGA178b₃₃₋₄₇(1). Material publicado: LGA178b₃₃₋₄₇, MGUV6156. Material figurado: Re'⁰⁴(2), MGUV5261, 5310; Re-8, MGUV5311.

Descripción: Cuerpo principal fusiforme, ligeramente biconvexo a plano-convexo con un ligero aguzamiento anterior estrecho.

Carena anterior formada por 7 a 9 dentículos, cuyas secciones varían de circular a oval. Carena posterior recta o inclinada, formada por 1-2 dentículos fusionados de igual tamaño y la cúspide ligeramente más alta y separada de este conjunto por una incisión poco profunda. Los dentículos de la fila media se unen mediante un débil puente longitudinal que engrosa en el final posterior. Los dentículos de las filas laterales son redondeados y pueden estar individualizadas o bien están unidos con los de la fila media mediante puentes transversales finos y cortos. Los dentículos de la fila media están más adelantados que los de la filas laterales. El espaciado de las filas transversales es mayor en la mitad anterior del cuerpo.

En vista lateral, la altura de los dentículos de las filas media y laterales es similar. Los dentículos de la carena posterior que aumentan gradualmente de altura y tamaño y la cúspide está, en la mayoría de los ejemplares, marcadamente reclinada. Perfil subrectangular-cuneiforme con

margen anterior bajo y recto y posterior más alto e inclinado.

Eje oro-laboral situado en el cuarto posterior. Cavity basal profunda y estrecha hasta la mitad anterior. Expansión labial ligeramente simétrica, subredondeada y que suele desarrollarse gradualmente a partir de la mitad posterior. Borde posterior cóncavo o redondeado. Parte superior de esta expansión lisa.

La descripción de esta especie también puede verse en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 348, 349).

Discusión: esta especie comparte con *I. obliquimarginatus* e *I. difficilis* la forma fusiforme o lacrima del cuerpo principal, pero se distingue claramente de la primera por el menor número de dentículos de la carena posterior. A su vez, *I. difficilis* desarrolla un espolón interno que no existe en *I. struvei*.

I. struvei tiene la parte anterior del cuerpo principal más alargada e inclinada que *I. hollardi*; además, la carena posterior de *I. struvei* está formada por 1-2 dentículos parcialmente fusionados y la cúspide, que contrasta con la carena posterior de *I. hollardi*, formada por 3 a 4 dentículos.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (1996: 48, 2003: 297) el rango de esta especie para Europa occidental y Norte de África comienza en la parte media de la Biozona *Costatus* y alcanza hasta la parte inferior de la Biozona *Hemiansatus*. Según Gouwy & Bultynck (2003: 327) el rango inferior baja a la parte superior de la Biozona *Partitus*. Nuestros ejemplares corresponden al intervalo desde la Biozona *Ensensis* (Eifelense superior) y la base de la Biozona *Hemiansatus* (Givetense basal).

Se registra en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Ardenas, Eifel, Montañas Renanas y Montaña Negra), en África (Marruecos, en el Anti-Atlas) y en Australia (Queensland).

***Icriodus aff. subterminus* Youngquist, 1947**

Esta especie se comenta con más detalle en Liao *et al* (2001: 22 y 23).

Icriodus symmetricus

Branson & Mehl, 1934

Figs. 7.4V-AA

1934 *Icriodus symmetricus* n. sp. Branson & Mehl, lám. 13, figs. 1-3

2012 *Icriodus symmetricus* Branson & Mehl; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 8, 10, figs 6A-J (con lista de sinonimia)

Material: 18 ejemplares procedentes de los niveles correspondientes a 3 secciones: Re53(2), Re55+300/00(2), Re55+360/00(1), CP/45f(6), CP/63₄₋₁₄(1), CP/65(1), Amp1(1), Amp4(2) y Amp7(2).

Material publicado: Amp1(1), MGUV6087; Amp4(2), MGUV6088-6089 y Amp7(2) MGUV6090-6091. Material figurado: Re53, MGUV5312; Re55+300'00, MGUV5313. Resto del material: Re53, MGUV5277 y Re55+460'00, MGUV5314.

Esta especie se describe y se discute con más detalle en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 826, 828).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (2003: 297) en la correlación establecida entre los materiales de Europa Central y Marruecos, este taxón tiene un rango que comienza desde la biozona de *falsiovalis* Inferior y llega hasta la biozona de *rhenana*, que son equivalentes a las Zonas MN1-13; Aboussalam (2003) encontró esta especie en la sección Mech Irdane (S de Marruecos), cuyo rango inferior se sitúa en la biozona de *cristatus ectypus* (= *hermanni* Superior). De acuerdo con los materiales estudiados por Gouwy (2010) de la sección Villech, el rango inferior de esta especie se sitúa en la Biozona *Disparilis*.

Nuestros ejemplares de las secciones Renanué y Compte aparecen aún más antes, ya que sus primeras apariciones se registran en la Biozona *Semialternans*/

Latifossatus y alcanzan hasta la Biozona *Punctata* (= Zona MN6).

***Icriodus* sp. A**

Liao & Valenzuela-Ríos, 2012

Para más detalle descriptivo, así como su discusión, distribución estratigráfica y geográfica, puede seguir en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 830, figs. 6K-N).

Género *Klapperina*

Lane, Müller & Ziegler, 1979

Klapperina disparilis

(Ziegler & Klapper, 1976)

Figs. 7.4AB-AC, 7.5A-F

1970 *Palmatolepis transitans* Müller; Kirchgasser, p. 344, lám. 63, fig. 8

1976 *Palmatolepis disparilis* n. sp. Ziegler & Klapper, p. 119, lám. 1, figs. 18-22, 24-31

1980 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Perri & Spalleta, p. 299, lám. 4, figs. 6a-7c

1980 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Johnson *et al.*, pp. 100, 101, lám. 3, fig. 40

1982 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Ziegler & Klapper, pp. 467, 468, lám. 3, figs. 5, 7-15

1984 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Kim *et al.*, lám. 24, figs. 5, 6

1985 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Ziegler & Wang, p. 20, tabla 1, lám. 2, fig. 20; lám. 3, figs. 1, 3, 4

1985 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Bardashev & Ziegler, lám. 2, figs. 11, 12

1989 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper; Ji, lám. p. 2, figs. 16-21

1989 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Wang, p. 73, lám. 37, fig. 4

1992 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Bardashev, lám. 7, figs. 5, 7-10, 12-14, 19, 21

1992 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Ji *et al.*, p. 102, lám. 3, figs. 15 & 16 (non 19, 20)

1993 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Racki & Bultynck, lám. 6, figs. 6a, b

1994 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Bai *et al.*, p. 166, lám. 25, figs. 3-7

1995 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Sanz-López, p. 519, lám. 31, figs. 14, 15

1999 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Lazreq, p. 66, lám. 2, figs. 6, 7, 10 y 11

2003 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Aboussalam, p. 170, lám. 19, fig. 14

2007 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Aboussalam & Becker, pp. 351-354; tablas 1, 4 y 5.

2007 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Over, p. 1197, figs. 3, 11.14 y 11.15.

2008 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 8 Figs. 5K, L, Q, R.

2010 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Narkiewicz & Bultynck, pp. 600, 603; tabs. 2 y 6.

2010 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Gouwy, pp. 120, 121, lám. 9, figs. 7a, b

2013 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 349, figs. 6H, I

Material: 32 ejemplares procedentes de las siguientes secciones y capas: Re56(3), CP/46₁₉₀₋₂₀₀(1), CP/47(3), CP/49(2), CP/50(1), CP/51(3), CP/52(2), CP/53(1), CP/57(1), LGA214c(3), LGA216a'⁰⁶(2), LGA216b(2), LGA217a(2), LGA218₇₈₋₈₈(1), LGA218'⁰⁶₇₈₋₈₈(3), LGA219₄₈₋₅₆(1) y LGA219'⁰⁶₂₂₅₋₂₄₀(1). Material publicado: CP/46₁₉₀₋₂₀₀, MGV5998 y CP/51, MGV6001. Material re-ilustrado: LGA218₇₈₋₈₈, MGV6157; LGA219₄₈₋₅₆, MGV6158. Material figurado: Re56, MGV5287; CP/51, MGV5347.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de forma sub-triangular a oval con terminación anterior redondeada y posterior aguda. Anchura máxima localizada entre el final del primer tercio y la mitad anterior.

Lámina libre muy corta que ocupa una quinta parte de la longitud total y está formada por 3 a 4 dentículos, de alturas similares y parcialmente fusionados en sus bases.

La fila media es más o menos recta y a veces puede alcanzarse hasta casi el final posterior. Está compuesta por 7 a 10 dentículos redondeados a ovalados, de tamaño pequeño, a veces fusionados, exceptuando los últimos (que se sitúan en la mitad del elemento) que aumentan ligeramente de tamaño y están libres.

La ornamentación de la plataforma está constituida por filas de nodos muy finos

dispuestos radialmente. En ocasiones, cuando la plataforma es ligeramente más ancha, se forman nodos alargados en los márgenes y además, se observan el desarrollo incipiente de los surcos anteriores. En algunos ejemplares, el desarrollo del margen externo de la plataforma es mayor. Los ejemplares que son considerados como formas intermedias con *P. cristatus*, suelen tener nodos más gruesos y se alinean paralelos a la fila media.

En vista lateral, el cuerpo principal es plano, de tal manera que resalta la fila media y la lámina libre.

En vista inferior, las quillas anterior y posterior están surcadas. Cavidad basal, de tamaño mediano, localizada cerca de la mitad anterior; presenta una expansión labial externa más desarrollada.

Discusión: las características diagnósticas de esta especie se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 349). Nuestros ejemplares pirenaicos difieren un poco de las formas asiáticas y canadienses, ya que en estas, la posición de la cavidad basal se localiza anteriormente. Las diferencias con otras especies se indican en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 8, 2013).

Distribución estratigráfica y geográfica: Klapper & Johnson (1990) definieron con esta especie la Biozona *Disparilis*, que se subdivide en dos partes: una, la Inferior y otra, la Superior. Según Ziegler & Wang (1985), el rango de esta especie comienza en la base de la Biozona *Disparilis* y llega hasta la Biozona *Norrisi*, pero Wang (1994) lo extiende hasta la mitad de la Biozona *Transitans*. Nuestros ejemplares comprenden desde la base de la Biozona *Disparilis* y alcanza hasta la Zona MN1.

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Montaña Negra, Montañas Renanas, Montañas de Santa Cruz; Alpes Cárnicos, Cornwall), en Marruecos (Tafilalet y Maider), en Norteamérica (Nevada, Nueva York, NO de Canadá), en Asia Central

(Pamirs, Gissar, Tajikistán), al E. de Asia (Perak, Yunnan y Guangxi).

Klapperina disparalvea

(Orr & Klapper, 1968)

Figs. 7.5G, H

1968 *Palmatolepis? disparalvea* n. sp. Orr & Klapper, pp. 1071 y 1072, lám. 140, figs. 1-11

1971 *Palmatolepis? disparalvea* Orr & Klapper; Orr, pp. 45-46, lám. 5, figs. 11 y 12

1976 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper; Ziegler *et al.*, p. 119, lám. 1, fig. 23

1979 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Lane *et al.*, p. 218, lám. 2, figs. 17-18

1981 *Palmatolepis? disparalvea* Orr & Klapper; Huddle, B25, lám. 6, figs. 1-7

1984 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper; Kirchgasser, lám. 3, fig. L

1985 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper; Ziegler & Wang, p. 20, tab. 1, lám. 3, fig. 2.

1985 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper; Bardashev & Ziegler, lám. 2, figs. 13, 14

1985 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper; Schönlaub, p. 361, lám. 6, figs. 23, 24

1992 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Bardashev, p. 74, lám. 7, figs. 11, 16

1994 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Bai *et al.*, p. 166, lám. 25, figs. 1 & 2

1994 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Bai *et al.*, p. 166, lám. 25, fig. 8

1995 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Sanz-López, p. 518, lám. 32, fig. 1

2003 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Aboussalam, pp. 169 y 170, lám. 20, figs. 1-3

2007 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper); Over, p. 1197, figs. 3, 11.21 y 11.22

2010 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Narkiewicz & Bultynck, p. 602, tablas 2 y 3

2010 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper); Gouwy, p. 120, lám. 9, figs. 6a, b (con lista parcial de sinonimia).

Material: 3 ejemplares procedentes de los siguientes niveles y secciones: Re55+675'⁰⁰(1) y CP/54(2). Material figurado: Re55+675'⁰⁰, MGV5290

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de forma sub-triangular. Anchura máxima localizada en el último tercio del elemento.

Lámina libre muy corta que ocupa sólo una quinta parte y está formada por 3 a 4

dentículos comprimidos lateralmente que decrecen en altura hacia el comienzo de la carena y están fusionados en sus bases.

Carena anterior formada por 7-8 dentículos de sección oval o lenticular, cuyos tres dentículos anteriores están fusionados y los restantes están individualizados; estos 4 dentículos crecen en altura hasta el último posterior que es el nodo apical.

Plataforma ornada por nodos/nodulillos muy finos distribuidos radialmente que se concentran en la mitad posterior y son más numerosos en el lado externo; a veces, en el margen externo de la plataforma, los nodos finos se fusionan y se disponen transversalmente.

En vista lateral, la unidad presenta un perfil aplanado, destacando en altura la lámina libre que se continúa con la carena.

En vista inferior, la cavidad basal está muy desarrollada, en forma de "L". Expansiones labiales muy desarrolladas hacia los márgenes externo y posterior. Quillas surcadas, la anterior es profunda y estrecha y la posterior es ancha y somera.

Discusión: esta especie se diferencia de la *K. disparilis* en el mayor desarrollo del lado externo de la plataforma, en el mayor tamaño del nodo apical y de la cavidad basal y su expansión labial externa asimétrica. *K. disparalvea* se diferencia de *K. ovalis* y *K. unilabius* en que, en las dos últimas, el contorno de la plataforma es más oval y su carena alcanza hasta el final posterior.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Narkiewicz & Bultynck (2010: 607), el rango de esta especie comprende desde la biozona de *disparilis* Inferior (parte media) hasta la *disparilis* Superior. Según Aboussalam & Becker (2007: 363), el rango superior de esta especie llega a la biozona de *norrisi*. Nuestros ejemplares se limitan en el intervalo de *disparilis* Superior (mitad superior) a la base de la Zona MN1 (Klapper 1989).

Este taxón se registra en Europa (Pirineo Central Español, Montañas Renanas), en Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica (Nueva York, Nevada, N. de Indiana) y en el E. de Asia (Perak, Guangxi).

Klapperina ovalis

(Ziegler & Klapper, 1964)

Figs. 7.5I-L

1958 *Polygnathus dubia dubia* sensu Bischoff & Ziegler, pl. 1, figs. 1, 2

1964 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper (in Ziegler *et al.*), pp. 422, 423

1981 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper; Huddle, B26, lám. 7, figs. 23-26; lám. 8, figs. 10 y 13; lám. 16, figs. 23-25

1985 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper; Ziegler & Wang, p. 20 tabla 1, lám. 3, fig. 6 1986 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper; Hou *et al.*, pp. 40, 41, lám. 8, figs. 1-3, 8-12

1989 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper; Wang, p. 103, lám. 37, figs. 5-7

1991 *Mesotaxis cristatus* (Hinde); Ovnatonova & Kuzmin, lám. 1, fig. 5

1991 *Mesotaxis asymmetricus* (Bischoff & Ziegler); Ovnatonova & Kuzmin, lám. 1, fig. 6a, b

1992 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Bardashev, p. 74, lám. 7, figs. 15, 17, 18, 20, 22, 23, 29, 30, 31, 35; lám. 10, figs. 21, 24-26

1992 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Ji *et al.*, p. 102, lám. 3, figs. 17-18

1994 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Bai *et al.*, p. 166, lám. 25, figs. 9-11

2001 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Liao *et al.*, p. 42, lám. 4, figs. 27 y 28 (con lista de sinonimia)

2003 *Mesotaxis ovalis* (Ziegler & Klapper); Over *et al.* lám. 1, figs. 6-9

2004 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Izokh *et al.*, p. 94 fig.-text. 3; lám. 1, fig. 2

2008 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 6, tab. 1C, fig. 5S

2008 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Ovnatonova & Kononova, pp. 1082, 1083, lám. 25, figs. 2, 3

2013 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 350, fig. 6J

Material: 26 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: Re56(3), Re57(1), Re57⁰⁴(2), Re59(1), Re62(5), Re64(1), CP/

53(2), CP/58b(1), CP/59(1), CP/59⁰⁴(1), CP/65(1), LGA220_{17cm sup}(1), LGA226(1), LGA227b(5).

Material publicado: Re62, MGUV5259; CP/59⁰⁴, MGUV6002, LGA226, MGUV6159. Material figurado: Re57⁰⁴, MGUV5315; CP/53, MGUV5348. Resto del material: Re57, MGUV5288.

Descripción y discusión: Los ejemplares descritos en Liao *et al.* (2001: 42), Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 350) presentan mucha similitud con los de las secciones LGA y CP, a excepción de un ejemplar de la muestra CP/65, donde la anchura de la plataforma es mayor que en el resto de ejemplares.

La cavidad basal de esta especie es más pequeña que la de *K. unilabius*; además, las expansiones labiadas son más o menos simétricas, mientras que, por el contrario, en *K. unilabius* son claramente asimétricas (más extendida hacia el lado de la plataforma más desarrollada).

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie comenzaría en el Givetense más alto y alcanzaría las partes medias del Frasnense. Según Ziegler & Sandberg (1990) su rango comprende desde la biozona de *disparilis* hasta la biozona de *hassi* tardía. Nuestros ejemplares tiene un rango que va desde la biozona de *disparilis* Superior (mitad superior) y llega a la Zona MN2 (Klapper, 1989).

Se registra en Europa (Pirineo Central Español, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Montañas del Harz y Montañas de Santa Cruz), en Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica (Nevada, Nueva York y Michigan), en Asia Central (provincias Volga-Urales), en el E. de Asia (Guangxi, Yunnan) y en Australia (Cuenca de Canning oriental).

Klapperina* aff. *K. ovalis

(Ziegler & Klapper, 1964)

Las características de esta especie pueden ser consultadas en la publicación Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 830, figs. 6S, T).

Género *Mesotaxis*

Klapper & Philip, 1972

Mesotaxis falsiovalis

Sandberg, Ziegler & Bultynck, 1989

Figs. 7.5M-O

1984 *Polygnathus asymmetricus* Bischoff & Ziegler; Kim *et al.*, p. 76, lám. 24, figs. 7, 8

1989 *Mesotaxis falsiovalis* n. sp. Sandberg *et al.*, p. 213 (holotipo retomado e ilustrado en Ziegler, 1958, lám. 1, figs. 3a, b)

1991 *Mesotaxis* n. sp. (Bischoff & Ziegler); Ovnatonova & Kuzmin, lám. 1, fig. 7

1992 *Klapperina disparilis* (Ziegler *et al.*); Ji *et al.*, p. 102, lám. 3, figs. 19-20

1994 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Bai *et al.*, p. 166, lám. 24, fig. 9

1995 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Kuzmin, p. 113, lám. 2, figs. 4 y 5

2008 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 8, fig. 6A, B (con lista de sinonimia).

2010 *Mesotaxis falsiovalis-ovalis* Sandberg *et al.*; Gouwy, pp. 123 y 124, lám. 9, fig. 12

2010 *Mesotaxis falsiovalis-ovalis* Sandberg *et al.*; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 2-4, figs. 9, 16 (9, 16-18)

2012 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 830, 831, fig. 6U, W (con lista de sinonimia)

Material: 9 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: CP/58b(2), CP/59(1), CP/59⁰²base(1), CP/59⁰⁴(2), Amp5(1), Amp6(1) y Basibé3⁰⁴(1). Material publicado: CP/58b, MGUV6004 y CP/59, MGUV6003; Amp5, MGUV6098 y Amp6, MGUV6095. Material figurado: CP/58b, MGUV5349 y Basibé 3⁰⁴, MGUV6133.

Descripción: Cuerpo principal más o menos simétrico, plano y de contorno ovalado; Extremos anterior y posterior agudos. Anchura máxima localizada entre el primer tercio y la mitad anterior.

Lámina libre muy corta que ocupa una sexta parte de la longitud total y está formada por 3 a 4 denticulos comprimidos lateralmente, de igual altura.

Carenas, anterior recta y posterior ligeramente inclinada formadas por 11-13 denticulos; los anteriores están comprimidos lateralmente y son de menor tamaño; los centrales y posteriores tienen sección transversal redondeada, son de mayor tamaño y están bien individualizados.

En general, la ornamentación de la plataforma está constituida por finos nódulos distribuidos radialmente que pueden aumentar en tamaño dando lugar a nódulos alargados que se sitúan próximos a los márgenes anteriores o laterales.

En vista lateral, la unidad es plana con un ligero arqueamiento en el final posterior.

En vista inferior, la cavidad basal es muy pequeña, de forma lenticular, ligeramente más estrecha posteriormente y localizada próxima en el tercio anterior; se continua anterior y posteriormente en dos surcos estrechos y rectos que alcanzan los márgenes.

Discusión: como se ha comentado en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 8 y 2012: 831) esta especie está muy estrechamente relacionada con las formas conocidas de *Klapperina*; sin embargo la principal diferencia reside en el tamaño, forma y la posición de la cavidad basal. En los ejemplares de *Mesotaxis*, la cavidad basal es mas pequeña, lenticular y se localiza en posición más anterior, mientras que en las formas de *Klapperina*, ésta es más grande, asimétrica y localizada en posición más central de la plataforma. Muchas veces, los ejemplares de estos géneros se encuentran con las cavidades basales cubiertas, lo que dificulta su adscripción a uno u otro género.

Los ejemplares estudiados de las secciones: Compte, Basibé y Ampriú presentan mucha similitud; sin embargo, si los comparamos con un ejemplar de la sección de Villech,

citado por (Gouwy, 2010: lám. 9, fig. 12) tiene una plataforma más ancha y debido a su desarrollo lateral, llegan a formarse unos surcos anteriores profundos. Las formas rusas citadas por Ovnatonova & Kononova (2008: 1085, lám. 25 y figs. 7, 12 y 14), la cavidad basal se sitúa en una posición más central.

Distribución estratigráfica y geográfica: esta especie tiene un rango estratigráfico desde la Biozona *Falsiovalis* Inferior hasta la Biozona *Hassi* Superior (Ji & Ziegler, 1993), pero Sandberg *et al.* (1989), extendieron su rango superior hasta la última parte de la Biozona *Triangularis*. Nuestros ejemplares tiene un rango que comprende desde la Biozona *Norrisi* hasta la parte superior de la Biozona *Punctata* (que corresponde a la Zona MN6 de Klapper, 1989).

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Montañas Renanas y Montañas de Santa Cruz), en África (Meseta Central de Marruecos, Tafilalet), en Norteamérica (Nevada y Idaho), en Europa-Asia (provincias Volga-Urales, Plataformas Rusas orientales, Salair), en Asia Central Meridional (Pamir, Tajikistán, Zheravshan-Gissar) y en el E. de Asia (Yunnan y Guangxi).

Género *Ozarkodina*

Branson & Mehl, 1933

Ozarkodina sannemanni

(Bischoff & Ziegler, 1957)

1957 *Ozarkodina sannemanni* (Bischoff & Ziegler), 117-118, lám. 19, figs. 15, 19-23, 25

Discusión: Posterior a la definición de esta especie, Ziegler (1958) descubrió en la sección de Adorf (Montañas Renanas) otras formas, que difieren de la especie original, en torno a las biozonas *Norrisi* y *Falsiovalis*. Para diferenciarlas, estableció las subespecies: *O. san. sannemanni* y *O. san. treptus*. Más tarde, Pollock (1968) en la sección Cold Sulphur Spring reconoció varias subespecies de *O. sannemanni* en base al número de nodos en los lóbulos

laterales, y estableció una serie de criterios para distinguirlas:

- *O. s. sannemanni* (Ziegler 1958): posee un denticulo en el lóbulo interno y uno o más en el lóbulo externo.
- *O. s. adventa* (Pollock 1968): desarrollo incipiente de uno o más lóbulos laterales sin denticulos.
- *O. s. proxima* (Pollock 1968): ausencia de denticulo en el lóbulo interno y uno o más denticulos en el lóbulo externo.
- *O. s. variabilis* (Pollock 1968): tiene dos o más denticulos en cada uno de los lóbulos laterales.

En los materiales del Pirineo Central Español reconocemos tanto la especie nominal como las dos subespecies que a continuación se describen con más detalle.

"Ozarkodina" sannemanni adventa

(Pollock, 1968)

Figs. 7.5P-X

1968 *Spathognathodus sannemanni adventa* n. subsp. Pollock, p. 439, lám. 63, figs. 22, 24, 25

1985 *Ozarkodina* aff. *proxima* (Pollock); Ziegler & Wang, lám. 2, fig. 2

?1992 *Ozarkodina sannemanni adventa* (Pollock); Bardashev, p. 68, lám. 4, fig. 40

2007 *Oz. sannemanni adventa* (Pollock); Aboussalam & Becker, pp. 349-352, 354, tablas: 1-5, fig. 8R

2010 *"Ozarkodina" sannemanni adventa* (Pollock); Narkiewicz & Bultynck, p. 604, tabla 7

2012 *"Ozarkodina" sannemanni adventa* (Pollock); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 831, fig. 6Q, R

2013 *"Ozarkodina" sannemanni adventa* (Pollock); Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 22, 23, fig. 6K

Material: 9 ejemplares que proceden de las siguientes muestras de 4 secciones: Re56⁰²(1), Re57(2), Re58(1), CP/46a(1), CP/58b(1), LGA201^{15cm} inf.(1), LGA189top(1) y Amp11(1). Material publicado: Amp11, MGUV6096 y LGA189top, MGUV6160 (re-ilustrado). Material figurado: Re58, MGUV5289 y CP/46a, MGUV5350.

Descripción: elemento largo y comprimido lateralmente. Lámina anterior mucho más larga que la posterior, con una relación próxima a 2/3. La lámina puede curvarse en la región anterior o en la posterior.

Carena anterior y posterior formadas por una fila continua de 15 a 18 dentículos, de sección redondeada a oval, cuyas bases están muy próximas y sus terminaciones son agudas. Los dentículos de la carena anterior (al menos 3-4 distales) parecen ligeramente más anchos que los de la carena posterior. Uno o dos lóbulos laterales poco desarrollados; si es el primer caso, el lóbulo formado puede ser tanto el interno como el externo. En la mayoría de los ejemplares este lóbulo presenta una terraza subtriangular con el vértice redondeado.

En vista lateral, la hoja es más bien plana, por tanto paralela al plano basal. El perfil de la fila de dentículos es aserrado en general, aunque en algunos ejemplares, la parte proximal de la carena anterior es más rectangular u homogénea. En el extremo posterior, los dentículos tienden a disminuir en altura.

El eje oro-aboral se sitúa casi en los 2/3 de la longitud de la unidad. La cavidad basal varía desde poco a muy excavada, con una única, incipiente, expansión labial lateral. Surco anterior recto, o ligeramente curvado, ancho y profundo con márgenes subparalelos que se estrechan anteriormente. Surco posterior subtriangular más ancho y somero que el anterior.

Discusión: la expansión lateral incipiente en un lóbulo, de contorno subredondeado y sin dentículos es característica de esta subespecie. Nuestros ejemplares presentan siempre un lado expandido a excepción de un ejemplar del corte Ampriú que tiene dos expansiones asimétricas. Algunas formas marroquíes suelen tener dos pequeñas expansiones simétricas, pero siempre sin dentículos.

Los apartados de la descripción y discusión también se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 831 y 2013: 350, 352).

Distribución estratigráfica y geográfica: según Bardashev (1992), el rango de esta subespecie comprende desde las biozonas *Disparilis* hasta *Falsiovalis*, pero Aboussalam & Becker (2007), lo bajan un poco desde la base de la Biozona *Hermanni* hasta la Zona MN2; posteriormente, Narkiewicz & Bultynck (2010) extienden el rango superior hasta la Biozona *Punctata* (Zona MN5 de Klapper, 1989). Nuestros ejemplares tienen un rango que abarca las biozonas *Hermanni* Inferior y *Norrisi*.

Se ha registrado en Europa (Pirineos, Bouloinnais), en Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica (Alberta) y en Asia Central (Turkistán).

"Ozarkodina" sannemanni proxima

(Pollock, 1968)

Figs. 7.5Y-AA

1968 *Spathognathodus sannemanni proximus* n. subsp. Pollock, pp. 439-440, lám. 63, figs. 8, 9, 12, 13, 18, 19

1992 *Ozarkodina sannemanni proxima* (Pollock); Bardashev, pp. 68, lám. 4, figs. 41, 42

2003 *Ozarkodina sannemanni proxima* (Pollock); Aboussalam, p. 173, lám. 24, figs. 11, 12

2007 *Oz. san. proxima* (Pollock); Aboussalam & Becker, tablas: 1, 2, 4, 5; figs. 8P, Q.

2010 *"Ozarkodina" sannemanni proxima* (Pollock); Gouwy, p. 125, lám. 9, fig. 4

2013 *"Ozarkodina" sannemanni proxima* (Pollock); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 532, fig. 6L

Material: único ejemplar encontrado en la muestra LGA219₁₀₈₋₁₂₀, MGUV6161 que fue publicado y re-ilustrado aquí.

Descripción: elemento incompleto. La parte preservada corresponde a la parte proximal de la carena anterior y la mayor parte de la carena posterior; en total se han preservado 11 dentículos. Dentículos anteriores (4), de sección redondeada y dentículos posteriores (6), de sección ovalada. El dentículo apical de sección oval.

Los dentículos presentan un perfil empalizado.

Expansiones asimétricas de los lóbulos laterales, el externo de contorno subtrapezoidal con un dentículo principal y otro, más diminuto y el interno, más estrecho, sin denticulación y de contorno semicircular.

En vista lateral, se observa una alternancia en la altura y tamaño en la fila de dentículos, destacando el apical, el primero de la carena posterior (fusionado al apical, de igual altura pero más estrecho) y los distales posteriores. Los restantes dentículos mantienen alturas similares y son de menor tamaño. Los dentículos posteriores distales se inclinan oblicuamente hacia atrás.

Cavidad basal de contorno asimétrico, amplia, completamente abierta y poco excavada debajo de los lóbulos que se continúan en dos surcos anchos y abiertos; el posterior tiende a cerrarse distalmente.

Discusión: el desarrollo típico de los lóbulos laterales y la presencia, de al menos, un dentículo en el lóbulo externo son caracteres diagnósticos para distinguir "*O.*" *s. proxima* de otras subespecies.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Pollock (1968) esta subespecie tiene un rango que comprende entre las biozonas *Hermann* y *Transitans*. El ejemplar estudiado de la sección de LGA se sitúa en la Biozona *Disparilis* Superior, pero otro registro pirenaico, la sección de Villech, amplía su rango hasta la base de *Norrisi*.

Esta subespecie se registra en Europa (Pirineo Central Español y Montaña Negra), en Marruecos (Tafilalest), en Norteamérica (Alberta) y en Asia Meridional (Turkestán).

"*Ozarkodina*" *sannemanni sannemanni*

(Bischoff & Ziegler, 1957)

Figs. 7.6A-F

- 1957 *Spathognathodus sannemanni* n. sp. Bischoff & Ziegler, pp. 117 y 118, lám. 19, figs. 15, 19-23, 25
 1981 *Spathognathodus semialternans* Wirth; Huddle, B33, lám. 19, figs. 6-9
 1985 *Ozarkodina s. sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Bardashev & Ziegler, lám. 2, fig. 25
 1986 *Spathognathodus sannemanni* Bischoff & Ziegler; Hou *et al.*, p. 50, lám. 10, figs. 14, 15.
 1992 *Ozarkodina sannemanni sannemanni* (Pollock); Bardashev, p. 68, lám. 4, fig. 43
 1994 "*Spathognathodus*" *sannemanni* Bischoff & Ziegler; Bai *et al.*, p. 187, lám. 29, fig. 9.
 1995 *Ozarkodina sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Sanz López, p. 467, lám. 32, figs. 6-10
 2003 *Ozarkodina sannemanni sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Aboussalam, p. 173, lám. 24, figs. 9, 10
 2007 *Oz. san. sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Aboussalam & Becker, tablas: 2-4, figs. 8P, Q.
 2008 "*Ozarkodina*" *sannemanni sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 5 y 6, tablas: 1B y 1C
 2010 "*Ozarkodina*" *s. sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Gouwy, p. 69, tabla 4.3, fig. 4.5.
 2010 *Ozarkodina sannemanni sannemanni* (Bischoff & Ziegler); Narkiewicz & Bultynck, tablas 2-6.

Material: 99 ejemplares procedentes de las siguientes muestras de 2 secciones: Re56(15), Re56⁰²(5), Re57(19), Re57⁰⁴(12), Re58(5), Re58/00(3), Re58⁰⁴(1), Re59(2), Re62(6), Re55+650⁰⁰(2), Re55+675⁰⁰(7), Re64(2), Re69(4), CP46b(1), CP/46g(1) y CP/58b(4). Material publicado: CP/46b, MGUV5997. Material figurado: Re56, MGUV5316; Re58, MGUV5317. Resto del material: Re56⁰¹, MGUV5284.

Descripción: elemento largo y comprimido lateralmente. Lámina anterior mucho más larga que la posterior, alcanzando casi 2/3 de la longitud total.

Carena anterior y posterior formadas por una fila continua de 15 a 19 dentículos, de secciones redondeadas a ovaladas, con terminaciones agudas. Ambas carenas

pueden ser rectas o ligeramente curvadas. Los dentículos de la carena anterior (al menos 3-4 distales) parecen ligeramente más anchos que los de la carena posterior. En algunos ejemplares, los dentículos distales anteriores (3-4) están más unidos. Lóbulos laterales muy desarrollados, de contornos sub-circulares simétricos o asimétricos. Pequeños dentículos en el lóbulo interno. Los ejemplares adultos y de edad Frasnense, presentan lóbulos ampliamente expandidos y con desarrollo de terrazas y los dentículos son tan diminutos que, a veces, son difíciles de ver.

En vista lateral, la lámina anterior es paralela mientras que la posterior es ligeramente oblicua al plano basal. Los dentículos disminuyen en altura hacia el extremo posterior. El perfil de la fila de dentículos varía de rectangular (dentículos más unidos) a agudo (dentículos libres). En algunos ejemplares, los dentículos de la parte distal anterior sobresalen bastante en altura.

El eje oro-aboral se sitúa hacia los 2/3 de la unidad. Cavidad basal profunda y completamente excavada debajo de los lóbulos. Se continúa anterior y posteriormente en surcos profundos y abiertos. El anterior es ligeramente más ancho en el área proximal, para adaptarse a la conexión de los lóbulos con la hoja y continúa con los lados paralelos hasta el extremo anterior. El posterior es subtriangular, más ancho y somero; los lados se acuñan posteriormente, pero el surco no llega a cerrarse.

Discusión: la expansión muy desarrollada de ambos lóbulos laterales, de contornos subcirculares a subtriangulares simétricos o ligeramente asimétricos nos permite distinguir claramente este taxón de las demás subespecies.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Narkiewicz & Bultynck (2010), esta subespecie tiene un rango que va desde la Biozona *Hermanni* hasta la Biozona *Transitans* (Zona de MN4 de Klapper, 1989). Nuestros ejemplares van desde la Biozona

Hermanni Inferior hasta la primera mitad de la de *Norrisi*.

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Montañas Renanas y Montaña Negra), África (Tafilet, Maider), en Norteamérica (Nueva York, Nevada), en Asia Central Meridional (Tajikistán, Turkestán) y en el E. de Asia (Guangxi).

“Ozarkodina” semialternans

(Wirth, 1967)

Figs. 7.6G-J

1967 *Spathognathodus semialternans* n. sp. Wirth, p. 235, lám. 23, figs. 6-10, 14a, b

1976 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); Ziegler *et al.*, pp.118-119, tablas: 1-3, 5, 6, 11, 13-15; lám. 3, figs. 22-24

1986 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); García-López, p. 85, lám. 15, figs. 12-13

1989 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); Wang, p. 68, lám. 40, fig. 1

1992 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); Bardashev, p. 68, lám. 4, figs. 37 y 38.

1998 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); Uyeno, p. 184, lám. 15, fig. 22

2003 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); Aboussalam, p. 173, lám. 24, figs. 1-7 (parcial de sinonimia)

2008 *“Ozarkodina” semialternans* (Wirth); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 5, tabla 1B

2010 *“Ozarkodina” semialternans* (Wirth); Gouwy, p. 126, lám. 7, figs. 2, 3 (parcial de sinonimia)

2010 *Ozarkodina semialternans* (Wirth); Narkiewicz & Bultynck, tabla 2, figs. 9 y 17

Material: 59 ejemplares procedentes de las siguientes muestras de 3 secciones: Re56(3), Re56'⁰¹(7), Re56'⁰²(3), Re57(6), Re57'⁰⁴(10), Re58(3), Re58'⁰⁰(4), Re58'⁰⁴(4), Re59(2), Re59'⁰⁴(1), Re60(1), Re60'⁰²(2), Re61(1), Re62(6); CP/45c(2), CP/46a(1), CP/46b(1), CP/58b'⁰²(1) y LGA212'⁰⁶_{22 cm inf.}(1). Material figurado: Re56'⁰¹, MGUV5285 y CP/58b'⁰², MGUV5318.

Descripción: elemento largo y comprimido lateralmente. Lámina anterior más larga que la posterior, alcanzando casi las 2/3 partes de la longitud total.

Carena anterior y posterior formando una fila continua de 17 a 22 dentículos, de sección sub-redondeada, cuyas bases están muy próximas. Los dentículos de la carena anterior son más anchos que los de la carena posterior. Los dentículos distales anteriores (3-4) están más libres que los posteriores (2-3). Por el contrario, los dentículos proximales anteriores están menos libres que los posteriores. Lóbulos laterales poco desarrollados.

En vista lateral, la hoja es ligeramente arqueada, con la lámina posterior fuertemente curvada aboralmente. El perfil en general es más o menos ondulado y aserrado. Los 2-4 dentículos anteriores son los más altos y forman una pequeña cresta; le siguen 6-7 dentículos más pequeños y de altura similar; la cúspide es ligeramente más alta y la siguen 4-5 dentículos de altura similar a la cúspide, incluso algo más altos (especialmente los dos primeros) y ligeramente reclinados; a este conjunto le siguen un número muy variable de dentículos más pequeños que cada vez se insertan en una posición más baja en la hoja dando lugar a un marcado arco descendente en la región posterior.

El eje oro-aboral se sitúa casi en los 2/3 de la unidad. Cavidad basal completamente excavada debajo de los lóbulos, con una incipiente expansión labial lateral simétrica. Surco anterior subtriangular estrecho y profundo. Surco posterior, subtriangular, mucho más ancho y somero.

Discusión: esta especie tiene varias características que permiten distinguirla del resto de ozarkodínidos del Devónico Medio-Superior como son la escasa expansión de los lóbulos laterales y las diferencias en altura y anchura de los dentículos de las carenas a lo largo de su trayectoria.

Esta especie se parece a "*O.* sann. *variabilis*", pero se diferencia en el perfil lateral de las láminas con respecto al plano basal. En "*O.* semialternans" la lámina anterior es perpendicular y la lámina posterior es convexa, mientras que en la

subespecie anterior, ambas láminas son convexas; además, "*O.* semialternans" no tiene una expansión lateral, mientras que las otras subespecies de "*O.* sannemanni" como "*O.* san. proxima", "*O.* san. adventa", si la tienen, diferenciándose en el número de nodos.

En ocasiones, se confunde fácilmente con algunas formas de la especie *Polygnathus latifossatus*, sobre todo en el desarrollo lateral en posición proximal de la lámina posterior, que generalmente se manifiesta en la aparición de 2 filas paralelas de nodos pequeños (2 a 3) a ambos lados de la carena. Esta pauta de desarrollo es lo que quizás pudo confundir a Wirth (1967) quién concluyó que la especie "*O.* semialternans" evolucionó a *Polygnathus latifossatus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Narkiewicz & Bultynck (2010: 607), el rango de esta especie comprende entre las biozonas *Semialternans/Latifossatus* y *Hermannii* Superior; sin embargo, Aboussalam (2003: 174) lo extiende hasta la Biozona *Norrisi*. Nuestros ejemplares corresponden al intervalo de las biozonas *Semialternans/Latifossatus* y *Norrisi*.

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central y Pre-pirineo Vasco, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra y Montañas Renanas), en Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica (Nevada, Ohio, Nueva York, Mackenzie), en Asia meridional (Tajikistán) y E. de Asia (Guangxi).

"Ozarkodina" sp. A

2012 "*Ozarkodina*" sp. A Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 831, 832, fig. 6O, P

Esta especie puede ser consultada con más detalle en Liao *et al.* (2012: 831, 832, fig. 6O, P).

Género *Polygnathus* Hinde, 1879

Polygnathus alveoliposticus

Orr & Klapper, 1968

Fig. 7.6K

1968 *Polygnathus alveoliposticus* n. sp. Orr & Klapper, pp. 1073-1074, lám. 139, figs. 10-18

1971 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper; Orr, p. 46, lám. 4, figs. 6-8

1981 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper; Huddle B25, lám. 6, figs. 8-14; lám. 7, figs. 9-10?

?1982 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper; Klug, p. 16, lám. 1, figs. 26-28

1992 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper; Bardashev, p. 42, Fig-text. 4, lám 11, figs. 27-28

2003 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper; Aboussalam, p. 175, lám. 16, figs. 7-8

2013 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 24, 25, fig. 6M

Material: Un único ejemplar procedente del nivel LGA219₂₂₅₋₂₄₀, MGV6162 que está publicado y re-ilustrado aquí.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico, de contorno ovalado. Su longitud es el doble de la anchura. Lámina libre ausente o muy corta. Ambos extremos son agudos.

Carena anterior sinuosa formada por al menos 4 a 6 denticulos de secciones ovals fusionados en sus bases y agudos en sus extremos. Carena posterior ligeramente oblicua constituida por 7 denticulos muy redondeados y bien individualizados.

La superficie oral de la plataforma está formada por nodos de tamaño medio a grueso; la mayoría de ellos se encuentran en la mitad posterior, dispuestos en filas paralelas a la carena posterior; además, otros nódulos más finos que pueden llegar a fusionarse se sitúan en los márgenes, formando una especie de crestas transversales cortas.

El perfil lateral de la unidad es planoconvexo con sus extremos curvadosaboralmente.

Cavidad basal rellena de matriz, pero que parece situarse en la mitad de la unidad.

Discusión: Nuestro ejemplar tiene cierta similitud con la mayoría de los publicados por los autores citados en la lista de sinonimia en los siguientes aspectos: contorno oval; lámina libre corta, casi ausente; ornamentación formada por nodos, sin embargo, nuestro ejemplar presenta un número menor de nodos que podría sugerir que se trata de un ejemplar no muy maduro. La posición de la cavidad basal, en la mitad de la longitud de la plataforma en *P. alveoliposticus* contrasta con la de *M. falsiovalis* que se sitúa en el primer tercio de la plataforma.

También, se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 352, 353) algunos aspectos de esta especie.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Klug (1982) el rango de la especie se extiende desde la Biozona *Ansatus* hasta la de *Disparilis* Inferior; sin embargo, Bardashev (1992) lo restringe a la biozona de *falsiovalis* Inferior (Zona MN1 de Klapper 1989). Nuestro único ejemplar del nivel LGA219₍₂₂₅₋₂₄₀₎ correspondería a la biozona de *disparilis* Superior.

La especie se registra en Europa (Pirineos, Montañas Renanas), S. de Marruecos, en Norteamérica (Nueva York, Michigan, Indiana, Iowa), en Asia Central (Turkestán).

Polygnathus angusticostatus

Wittekindt, 1966

Figs. 7.6L-Q

*1966 *Polygnathus angusticostata* n. sp. Wittekindt, p. 631, lám. 1, figs. 15-18

1970 *Polygnathus angusticostata* Wittekindt; Bultynck, p. 123, lám. 16, figs. 1-3, 6

non 1971 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Orr, p. 47, lám. 4, figs. 12-17

1981 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Sparling, pp. 309 y 311, lám. 1, figs. 13, 14-18, 21-23

1982 *Parapolygnathus angusticostatus* Wittekindt; Uyeno *et al.*, p. 30, lám. 1, figs. 26-28, 35-41

1983 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Sparling, p. 854, fig. 13Z

- 1984 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Kim *et al.*, p. 75, 76, lám. 23, fig. 8
 1985 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Ziegler & Wang, p. 30, lám. 1, figs. 31
 1985 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Bultynck, p. 282, lám. 7, fig. 21
 1985 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Schönlaub, p. 361, lám. 5, figs. 9 y 10
 1990 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Lazreq, p. 68, lám. 2, figs. 8, 9
 1991 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Bardashev, pp. 34, 35, lám. V, figs. 13, 14, 21, 24
 1992 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Bardashev, pp. 39, 43, 46 y 47, tablas: 4.3, 5, 9 y 10, lám. 2, figs. 29, 31
 non 1992 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Bardashev, lám. 2, fig. 17
 1994 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Sanz-López, pp. 483-484, lám. 21, figs. 10-11; lám. 24, fig. 3
 2003 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Benfrika & Bultynck, p. 212, lám. 1, fig. 11
 2003 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Pyle *et al.*, pp. 106, 107, tabs 1, 2, lám. 2
 2004 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Gouwy, p. 90, lám. 3, fig. 7
 2010 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Gouwy, p. 133, lám. 4, figs. 6-7, 9 (incluida sinonimia)
 2011 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Walliser & Bultynck, p. 13, lám. 2, figs. 3-4
 2013 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 353, fig. 7B

Material: 10 ejemplares procedentes de los niveles de dos secciones: Re'⁰⁴(8) y LGA178a(2). Material publicado: LGA 178a, MGUIV6164. Material figurado: Re'⁰⁴(2), MGUIV5319, 5263.

Descripción: Cuerpo principal simétrico o ligeramente asimétrico. El contorno varía desde oval, subtriangular a forma de escudo. La anchura máxima se localiza aproximadamente en la mitad de la unidad. El borde posterior del cuerpo es ligeramente agudo.

Lámina libre más corta que el cuerpo principal, ocupando un tercio de la longitud total; además, puede ser recta o ligeramente curvada. En ejemplares completos, la lámina libre está formada por

al menos 5 a 6 dentículos de sección oval, comprimidos lateralmente, cuyas bases están fusionadas y los extremos se encuentran contiguos y parcialmente individualizados.

Carenas rectas o ligeramente curvadas, donde la anterior es más corta que la posterior, con una proporción de 1:5. Carenas formadas por al menos 8 a 10 dentículos de secciones circulares a ovaladas, bien individualizados y creciendo ligeramente en tamaño hacia el extremo posterior.

La superficie de la plataforma está ornamentada por nodos o nódulos finos marginales; en algunos ejemplares, los nódulos finos tienden a fusionarse formando unas crestas marginales, cuya parte anterior, se dispone en forma serpenteante y la posterior, de modo radial alternándose con pequeños nódulos. Surcos adcarenales algo más profundos en la parte anterior y someros en la posterior. Los márgenes anteriores de la plataforma son variables: ambos bordes rectos o el lado interno, recto y el externo, oblicuo o retrasado.

El perfil lateral de la unidad es plano-convexo y el borde posterior se dobla aboralmente. La altura de los dentículos de las carenas es menor que la de los de la lámina libre.

Cavidad basal de tamaño mediano, cordiforme, simétrica o ligeramente asimétrica y rebordes labiales muy marcados anteriormente que se unen al surco anterior de desarrollo incipiente. La posición de la cavidad se localiza entre el comienzo y la mitad del segundo tercio anterior. Quillas surcadas con más aberturas hasta la mitad de sus trayectorias. Quilla anterior ligeramente más curvada que la posterior. Crimp margino-lateral situado en el primer tercio.

Discusión: La forma ovalada, la anchura máxima hacia la mitad de la plataforma es una característica común entre *P.*

angusticostatus y *P. robusticostatus*; sin embargo, la ornamentación formada por crestas marginales (nódulos finos unidos) muy cortas y el desarrollo de surcos adcarenales más amplios y someros en *P. angusticostatus* contrasta con la presencia de crestas transversales y el desarrollo de surcos adcarenales más profundos y estrechos en *P. robusticostatus*.

Además *P. angusticostatus* tiene una plataforma más larga, un contorno ovalado y su anchura máxima se sitúa hacia la mitad, mientras que en *P. angustipennatus* la altura máxima está próxima al borde anterior. Por último, la carena de *P. angustipennatus* parece más alta que la de *P. angusticostatus*.

Nuestros ejemplares pirenaicos se asemejan mucho al holotipo y a las formas marroquíes, alemanas, belgas y austriacas.

Weddige & Ziegler (1979) consideraron que *P. angusticostatus* y *P. angustipennatus* procedían de una especie común y a su vez, ésta estaría filogenéticamente relacionada con dos ramas evolutivas paralelas: una, del de *P. robusticostatus* y otra, del grupo de *P. trigonicus*. Sparling (1981, 1983) estudió los conodontos del Devónico Medio del N y Centro de Ohio y consideró que el grupo de *P. angustipennatus* está formado por las especies *P. angusticostatus*, *P. angustipennatus* y *P. intermedius*.

Recientemente, Walliser & Bultynck (2011) estudiaron los especímenes del SE de Marruecos y los agruparon en las especies *P. angusticostatus*, *P. angustipennatus*, *P. robusticostatus* y *P. trigonicus* dentro del grupo de *P. angusticostatus*, que está relacionado con otros grupos evolutivos como *P. pseudofoliatius* y *P. linguiformis*.

En el material pirenaico, tenemos registros incompletos en dos secciones (Renanué y La Guardia d'Ares) con *P. angusticostatus* y *P. angustipennatus*; por tanto, por el momento no podemos establecer su línea evolutiva, pero sí, la relación filogenética muy estrecha de ambas especies.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Walliser & Bultynck (2011), el rango de esta especie se inicia en la Biozona *Costatus* y alcanza la base de la Biozona *Hemiansatus* (Gouwy & Bultynck, 2003). Nuestros ejemplares aparecen desde las biozonas *Kockelianus-Ensensis* y alcanza hasta la base de *Hemiansatus*.

La especie se encuentra en Europa (Pirineos, Montañas Renanas, Eifel, Ardenas, Alpes Cárnicos), en África (Meseta de Marruecos y SE de Marruecos: Tafilalet y Maider), en Norteamérica (Nueva York, Ohio, Columbia Británica), en Asia Central (Tajikistán, Turkestán y Zheravshan-Gissar) y E de Asia (Guangxi) y en Australia (Queensland).

Polygnathus* aff. *P. angustidiscus
Youngquist, 1945 *sensu* Klapper & Lane, 1985

1985 *Polygnathus* aff. *P. angustidiscus*
Youngquist; Klapper & Lane, p. 932, lám. 16, figs. 2-6

2001 *Polygnathus* aff. *P. angustidiscus*
Youngquist; Liao *et al.*, p. 23, lám. 4, figs. 29, 30

Material: Un ejemplar fragmentado del nivel Re56 y material publicado MGUV5256

La discusión de esta especie se encuentra en Liao *et al.* (2001: 23, lám. 4, figs. 29, 30).

Distribución estratigráfica y geográfica: Los ejemplares clasificados por Klapper & Lane (1985) proceden de una sola muestra que ellos aproximan a la parte baja de la biozona de *punctata* (equivalente a la MN 5 de Klapper 1989). Nuestro ejemplar tiene un rango más bajo, en la Biozona *Norrisi*.

Polygnathus angustipennatus

Bischoff & Ziegler, 1957

Figs. 7.6R-X

*1957 *Polygnathus angustipennatus* n. sp.
Bischoff & Ziegler, p. 85, lám. 2, fig. 6; lám. 3, figs. 1-3

1966 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Wittekindt, p. 631, lám. 1, figs. 14

1970 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Bultynck, p. 124, lám. 17, figs. 3-6; lám. 18, fig. 1

1971 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Klapper, p. 65, lám. 3, fig. 27

1971 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt; Orr, p. 47, lám. 4, figs. 12-17

1977 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Weddige, p. 307, lám. 6, figs. 105-106

1980 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Xiong, p. 89, lám. 27, figs. 1-3

1981 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Sparling, pp. 311-312, lám. 1, figs. 10-12, 19, 20, 24

1985 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Schönlaub, p. 361, lám. 4, figs. 21-25

1989 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Wang, pp. 101-102, lám. 34, figs. 3, 4

1990 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Lazreq, p. 68, lám. 2, figs. 5-7

1992 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Bardashev, pp. 36, 44, 46, 47, tabs. 4.1, 6, 7, 9, 10, lám. 2, figs. 18-24, 30?

1995 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Sanz-López, p. 484, lám. 21, fig. 9

2003 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Benfrika & Bultynck, p. 212, lám. 1, fig. 12

2010 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Gouwy, pp. 133-134, lám. 4, figs. 5, 8

2011 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Walliser & Bultynck, p. 13, lám. 2, figs. 5a, b

2013 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 353, 354, fig. 7A

Material: 27 ejemplares procedente de los niveles de dos secciones: Re'⁰⁴ (16), LGA174₃₋₂₅(1), LGA175₁₃₋₁₅(1), LGA177_{18 cm inf.}(1), LGA178a(5), LGA179^{0'6}_{12 cm inf.}(3). Material publicado y re-ilustrado: LGA178a, MGUV6163. Material figurado: Re'⁰⁴(3), MGUV5262, 5320, 5321.

Descripción: Cuerpo principal simétrico o ligeramente asimétrico, de contorno variado: triangular, oval o subrectangular (con bordes paralelos). La relación lámina libre anterior/ resto de elemento (plataforma más la lámina posterior) es aproximadamente 2:5. La anchura máxima se sitúa entre la parte anterior y la mitad de

la plataforma, según el tipo de contorno de la misma.

Lámina anterior, libre, formada por, al menos, 5 a 6 denticulos de sección oval, bien individualizados, comprimidos lateralmente y cuya altura es mayor que los del resto del cuerpo principal y lámina posterior. Borde posterior agudo, estrecho y recto o ligeramente curvado.

Carenas anterior y posterior formadas por al menos 9 a 15 denticulos, de secciones circulares a ovaladas, de tamaño variable, bien individualizados o fusionados desde la mitad posterior para formar una cresta. El borde posterior se estrecha a partir del último tercio de la longitud de la plataforma.

Ornamentación formada por nódulos finos a gruesos que se sitúan en los márgenes laterales o a veces alineados paralelamente próximos a la carena; algunos ejemplares poseen crestas transversales muy finas alternándose con nódulos finos. Surcos adcarenales muy profundos.

Perfil lateral plano-cóncavo (en la mayoría) y plano-convexo (en algunos). En los ejemplares del primer caso, el borde posterior se dobla oralmente y en los del segundo caso, lo hace aboralmente.

Cavidad basal grande, de forma triangular a romboidal, situada en el primer tercio de la plataforma. Las expansiones labiales son simétricas a ligeramente asimétricas. Quillas surcadas con más aberturas hasta la mitad de sus trayectorias. En algunos ejemplares, la quilla posterior está ligeramente más curvada que la anterior.

Discusión: La variación morfológica observada en el tipo de borde de los márgenes anteriores y el contorno de la plataforma permite distinguir, en nuestro material pirenaico, dos formas: morfotipo "α", caracterizado por tener bordes anteriores redondeados o subredondeados y una plataforma de contorno oval o subrectangular, cuyos bordes laterales paralelos a la carena y morfotipo "β", con

bordes rectos y contorno triangular dando lugar a que los bordes laterales sean oblicuos a la carena.

El contorno triangular de la plataforma es común a *P. angustipennatus* y *P. trigonicus*, pero la primera posee una plataforma más reducida y una ornamentación más simple. Las diferencias con *P. angusticostatus* se discutieron antes.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck & Hollard (1980) esta especie aparece en la Biozona *Partitus* y su rango superior según Bultynck (1987), Belka *et al.* 1997) y Gouwy & Bultynck (2003) alcanza hasta la parte baja de la Biozona *Hemiansatus*. Para Walliser & Bultynck (2011), el rango de *P. angustipennatus* se extiende desde la Biozona *Australis* hasta la Biozona *Ensensis*. En nuestros ejemplares se registra desde las biozonas *Ensensis* hasta la base de *Hemiansatus*.

Esta especie se ha registrado en Europa (Pirineos, Eifel, Montañas Renanas, Ardenas, Alpes Cárnicos), en África (Meseta y SE de Marruecos), en Norteamérica (Nueva York, Ohio, Michigan), en Asia Central (Turkistán y Zheravshan-Gissar) y en el E de Asia (Guangxi).

Polygnathus ansatus

Ziegler & Klapper, 1976

Figs. 7.7A-H

*1976 *Polygnathus ansatus* n. sp. Ziegler & Klapper (en Ziegler *et al.*), pp. 119-120, figs. 11-26

1983 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Klapper & Barrick, p. 1237, figs. 12(L, M, O, P, R-U)

1984 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Kim *et al.*, lám. 24, fig. 4

1986 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; García-López, p. 87, lám. 11, figs. 23; lám. 12, figs. 1-13 (parcial sinonimia)

1988 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Sparling, p. 15, fig. 18.12

1992 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Bardashev, figs-text. 5.4, 5.5 y 8, lám. 5, figs. 23, 27 (non 19)

1994 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Bai *et al.*, p. 175, lám. 22, figs. 11-12

1995 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Sanz-López, p. 484, 485, lám. 30, figs. 8 y 9

1997 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Narkiewicz, lám. 1, figs. 3, 4

1998 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Narkiewicz, p. 216, tab. 1, lám. 1, figs. 3 y 4

1999 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Lazreq, p. 75, lám. 1, figs. 17

1999 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Sparling, p. 899, figs. 3.30-3.33

2003 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Aboussalam, p. 176, lám. 15, figs. 1-6

2007 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 2 y 5 (sin ilustración)

2008 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 8, fig. 3K, L (incluida sinonimia)

2010 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Gouwy, p. 66, 67, tab. 4.1 y Fig. 4.5

2010 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 2, 5, y 6, Figs. 4 A-E, G y K

2013 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 354, 355, fig. 7C

Material: 52 "Pa" elementos provenientes de las tres secciones: Re10(1), Re19(1), Re28(3), Re45(1), Re55(9), Re55+50'⁰⁰(8), Re55+80'⁰⁰(1), Re55+130'⁰⁰(2), Re55+180'⁰⁰(7), Re55+260'⁰⁰(1), Re55+300'⁰⁰(4) y Re55+336'⁰⁰(1); CP/9(1), CP/19a⁰²(1), CP/19(1), CP/21(1), CP/25(1), CP/41a(1), CP/43e(1?), CP/43g(3) y CP/45f(1); LGA197(1) y LGA189₁₅₋₁₆(1).

Material publicado: CP9(1), MGUV5976; LGA197(1), MGUV6165 (re-ilustrado). Material figurado: Re10, MGUV5272; Re55(2), MGUV5322, 5273. Resto del material: CP/9, MGUV5351 y LGA189, MGUV5393.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, esbelto y estrecho en la parte anterior de la plataforma. La longitud de la lámina libre es un poco mayor que la de la plataforma. En ejemplares completos, se observa que la lámina libre está comprimida lateralmente y está formada por 10 a 14 denticulos de

sección ovalada. La anchura máxima de la plataforma se sitúa en la mitad posterior.

Carenas anterior y posterior formadas por al menos 10 a 14 dentículos de sección circular, fusionados en sus bases y libres en sus puntas y que pueden ser de tamaño variable. Los dentículos de la carena anterior son más altos que los de la posterior.

Plataforma ornamentada por nódulos simples, finos, distribuidos sub-paralelamente a la carena y próximos a ella y/o nódulos un poco más gruesos que llegan a fusionarse en crestas transversales cortas situadas en los márgenes de la plataforma, pero que en algún caso llegan hasta casi la carena. En la región anterior, debido al marcado estrechamiento se desarrolla un rostrum con surcos adcarenales muy profundos que llegan aproximadamente hasta la mitad de la plataforma. El margen anterior externo está muy curvado y la constricción de la plataforma es muy marcada; este margen es liso y se inclina hacia el aboral hasta llegar a un nódulo que es el punto de geniculación. El margen interno es liso, más recto y menos curvado hasta otro nódulo (su punto de geniculación); en algunos ejemplares el margen interno anterior se encuentra dentado. En la mayoría de los ejemplares, el punto de geniculación externo se halla un poco retrasado con respecto al punto de geniculación interno.

La unidad se dobla hacia el lado inferior en vista lateral. Los dentículos decrecen en altura posteriormente.

Cavidad basal de tamaño mediano, cordiforme y situada al comienzo de la región anterior. Expansiones labiales más o menos simétricas. Quillas ligeramente curvadas, la anterior semi-surcada con más abertura al comienzo de su trayectoria.

Discusión: este apartado se comenta más ampliamente en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 8, 2013: 354). El análisis del material pirenaico permite identificar cambios

morfológicos a lo largo de su distribución estratigráfica. Así, en posiciones estratigráficas inferiores, la plataforma de esta especie es más estrecha, de bordes paralelos, la ornamentación está formada por nódulos muy finos y escasos y el estrechamiento no es tan marcado en la parte anterior. En cambio, en los especímenes encontrados en niveles superiores, la plataforma es más ancha y el estrechamiento en la posición genicular es muy marcado.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Liao & Valenzuela-Ríos (2008), Narkiewicz & Bultynck (2008, 2010) y Aboussalam (2003) esta especie tiene un rango que comienza en la base de la Biozona *Ansatus* y alcanza la Biozona *Hermannii* Superior; sin embargo Bardashev (1992) amplía su rango a la Biozona *Disparilis* Inferior. Los ejemplares estudiados se encuentran limitado en el intervalo de las biozonas *Ansatus* y *Disparilis* Inferior.

Esta especie se ha registrado en Europa (Montañas Renanas, Cordillera Cantábrica, Ardenas, Pirineo Central, Montaña Negra, Alpes Cárnicos y SE de Polonia), SE de Marruecos (Tafilalet y Maider) y Marruecos Central; en Norteamérica (Nueva York, Iowa, Minnesota, Ohio, Mackenzie, Nevada y Manitoba); Asia Central y Meridional (Turkistán, Tajikistán y Zheravshan-Gissar) y en el E. de Asia (Yunnan y Guangxi).

***Polygnathus collieri* Huddle, 1981**

Figs. 7.7I-L

*1981 *Polygnathus collieri* n. sp. Huddle, pp. 27 y 28, lám. 9, figs. 20-25; lám. 10, fig. 22; lám. 11, figs. 1-4; lám. 13, fig. 11, lám. 12, figs. 1-3

1985 *Polygnathus collieri* Huddle; Feist & Klapper, p. 13, text-fig. 6 y 7 (sin ilustración)

1986 *Polygnathus collieri* Huddle; Bultynck, tab. 1, lám. 1, fig. 6

1993 *Polygnathus collieri* Huddle; Racki & Bultynck p. 4, tab. 1, lám. 5, fig. 1

1995 *Polygnathus collieri* Huddle; Sanz-López p. 486, lám. 32, figs. 3-5

2007 *Polygnathus collieri* Huddle; Aboussalam & Becker, p. 368, fig. 6K y 6J?

2008 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva; Liao & Valenzuela-Ríos, tab. 1C, fig. 6I

2010 *Polygnathus collieri* Huddle; Narkiewicz & Bultynck tabs. 2-4 (sin ilustración)

Material: 4 ejemplares procedentes de los niveles: CP/58b(1), CP/59⁰⁴(1), CP/61(1) y LGA-I/1a(1). Material publicado: CP/59⁰⁴, MGUV6008. Material figurado: CP/61, MGUV5352 y LGA-I/1a, MGUV5394. Resto del material: CP/58b, MGUV5381.

Descripción: Cuerpo principal más o menos simétrico, y de contorno en forma de escudo. Anchura máxima situada hacia la mitad de la parte anterior de la plataforma.

La lámina libre es recta, corta y alcanza aproximadamente un tercio de la longitud total de la unidad. Borde posterior agudo.

Carena anterior más gruesa que la posterior. Ambas carenas están constituidas por 8 a 9 dentículos de secciones circulares a ovaladas, fusionados parcialmente en sus bases y libres en sus puntas de tamaño mediano a grueso.

Plataforma ornamentada por nodos de diferentes tamaños; los más gruesos dominan en la parte anterior y los más finos, se concentran en la posterior, aunque pueden localizarse también en los márgenes laterales de la plataforma anterior. Surcos adcarenales más profundos anteriormente. Los bordes anteriores se unen con la lámina libre de modo diferente: el interno, recto, forma un ángulo próximo a 90° y el externo, obliquo, forma un ángulo claramente obtuso; el interno está retrasado con respecto al externo.

El perfil lateral de la unidad es plano. Los dentículos decrecen posteriormente. Las puntas de los dentículos de la lámina son más redondeadas, mientras que las de la plataforma son más agudas.

Cavidad basal pequeña, lenticular y situada al comienzo del segundo tercio de la

plataforma. Expansiones labiales muy cortas que se pierden con el trazado de las quillas. Ambas quillas son rectas y sólo, la anterior está semi-surcada.

Discusión: Huddle (1981) citó que esta especie podría estar muy relacionada con *P. caelatus*, pero sin plataforma torcida. Aquí, al analizar los ejemplares ilustrados de este autor, se observan al menos tres variantes morfológicas: a) morfotipo α u holotipo: caracterizada por tener una ornamentación formada por al menos una fila de nodos distribuidos en los bordes laterales, la región anterior de la plataforma está doblada aboralmente y los contornos anteriores son de bordes oblicuos (ángulos obtusos) y se sitúan a la misma altura; b) morfotipo β : la ornamentación está formada por al menos dos filas de nodos paralelos distribuidos en los bordes laterales, la región anterior de la plataforma doblada aboralmente y los contornos anteriores son subredondeados, muy prominentes y situados a la misma altura; c) morfotipo γ : con la ornamentación muy simple formada por bordes dentados o nodulados y contornos anteriores diferentes: el interno, de borde oblicuo suave y el externo, terminado en ángulo agudo y en posición retrasada respecto al interno. Además, el morfotipo α tiene los surcos adcarenales algo más profundos en la parte anterior y más someros en la posterior, mientras que en los morfotipos β , y son bastantes profundos.

Todos los ejemplares pirenaicos corresponderían al morfotipo γ .

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Feist & Klapper (1985:13) el rango de *P. collieri* se limita al techo de la Biozona *Norrisi*. Más tarde Narkiewicz & Bultynck (2010) amplía el rango que comprendería desde la Biozona *Disparilis* Superior hasta la zona MN-2 de Klapper (1989). Nuestros ejemplares comprenden dentro de la Biozona *Norrisi* y base de la Zona MN1 (Klapper 1989).

Esta especie se registra en Europa (Pirineos Central Español, Montaña Negra y Montañas de Santa Cruz), en el SE de Marruecos (Tafilalet) y en Norteamérica (oeste de Nueva York).

Polygnathus costatus oblongus

Weddige, 1977

Figs. 7.7M, N

*1977 *Polygnathus costatus oblongus* n. subsp. Weddige, pp. 309 y 310, lám. 4, figs. 71-72

1979 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige; Lane *et al.*, p. 218, lám. 1, fig. 16

1980 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige; Johnson *et al.* lám. 4, fig. 17

1989 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige; Wang, p. 106, lám. 31, figs. 5 y 6

1991 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige; Bardashev, p. 34, lám. 3, figs. 18, 19 y 25; lám. 11, fig. 19

1992 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige; Bardashev, p. 62, figs.-text. 7 y 10, lám. 1, fig. 33

2013a *Polygnathus oblongus* Weddige; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 355, figs. 7F, G

Material: 2 ejemplares procedentes del nivel LGA168, MGV6166-6167.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de forma subrectangular alargada. Región anterior delimitada por un "rostrum". La anchura máxima del conjunto se sitúa a partir del cuarto quinto de la longitud.

La lámina libre es corta, más o menos recta y ocupa un quinto de la longitud total. Está provista de al menos 4 a 5 dentículos de sección ovalada y comprimidos lateralmente. Borde posterior subredondeado y curvado suave o fuertemente hacia el interior.

Carena anterior recta formada por una cresta fina. Carena posterior recta inicialmente y posteriormente curvada. Está formada por unos 10 a 12 dentículos de sección circular, parcialmente fusionados en sus bases y libres en sus puntas. El tamaño de los dentículos decrece posteriormente.

Plataforma ornamentada por crestas transversales finas y largas que, a veces, son sustituidas por alineaciones de nódulos finos, como en los márgenes de la parte anterior o en el posterior interno. Surcos adcarenales profundos, algo ensanchados en la parte anterior y estrechos en el posterior. Plataforma externa ligeramente más desarrollada que la interna. El margen anterior externo está marcadamente retrasado con respecto al interno.

En perfil lateral la unidad está ligeramente doblada aboralmente.

Cavidad basal pequeña que se sitúa al comienzo de la región anterior. Expansiones labiales asimétricas. Quilla anterior ligeramente curvada, surcada y somera hacia la mitad de la trayectoria. Quilla posterior muy curvada.

Discusión: este taxón evoluciona a partir de *P. c. costatus* mediante el estrechamiento de la región anterior y un giro hacia el lado postero-interno. Además, la plataforma posterior externa de *P. c. costatus* es más abultada o sinuosa.

Los apartados de descripción y discusión de la especie también se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 31).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Weddige (1977), el rango de esta taxón se restringe a la Biozona *Kockelianus*; sin embargo, Bardashev (1991, 1992): baja el rango inferior hasta la Biozona *Australis*.

P. oblongus se registra en Europa (Pirineos, Eifel, Ardenas), en Norteamérica (Nevada) y en Asia Meridional (Tajikistán, Turkestán, Zheravshan-Hissar) y en el E. de Asia (Perak y Guangxi).

Polygnathus cristatus cristatus

Hinde, 1879

Figs. 7.7O-T

*1879 *Polygnathus cristatus* n. sp. Hinde p. 366, lám. 17, fig. 11

1964 *Polygnathus cristatus* Hinde; Orr, p. 13, lám. 3, figs. 4-8; text-figs. 4A-K

- 1966 *Polygnathus cristata* Hinde; Flajs, lám. 23, fig. 8
 1985 *Polygnathus cristatus* Hinde; Ziegler & Wang, p. 36, lám. 2, figs. 3, 4
 1985 *Polygnathus cristatus* Hinde; Bardashev & Ziegler, p. 76, lám. 2, figs. 1, 3
 1989 *Polygnathus cristatus* Hinde; Ji, p. 316, lám. 3, figs. 22-25
 1992 *Polygnathus cristatus* Hinde; Bardashev, p. 76, lám. 8, figs. 17-21
 1994 *Polygnathus cristatus* Hinde; Bai *et al.*, pp. 176-177, lám. 24, fig. 1
 1994 *Polygnathus cristatus?* Hinde; Kirchgasser, p. 129, lám. 3, figs. D, E, I, J
 1999 *Polygnathus cristatus* Hinde; Lazreq, p. 86, lám. 2, figs. 2, 3
 2001 *Polygnathus cristatus* Hinde; Liao *et al.*, p. 23, lám. 4, figs. 10, 13 (incluida sinonimia)
 2007 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde; Aboussalam & Becker, p. 359, fig. 9H
 2008 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 8, 9, tabla 1C, figs. 5M, N
 2010 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde; Gouwy, pp. 139 y 140, lám. 9, figs. 8a y 8b
 2013 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 355, 356, figs. 7D, E

Material: 38 especímenes procedentes de los niveles de tres secciones: Re55+260'⁰⁰(1), Re56(7), Re59(1), Re59'⁰⁴(1), Re62(1), Re68(1) y Re69(4); CP/49(1), CP/51(2), CP/52(1), CP/57'⁰²_{top}(1), CP/58b'⁰²(1) y CP/62(2); LGA214c'⁰⁶(1), LGA216a(1), LGA216a'⁰⁶(2), LGA217b(1), LGA218'⁰⁶(2), LGA219₄₈₋₅₆(1), LGA220'⁰⁶(3), LGA221_{3-8 cm}(2) y LGA223(1).

Material publicado: Re56, MGUV5248; CP/49, MGUV5999; LGA216a'⁰⁶, MGUV6168 y LGA219₄₈₋₅₆, MGUV6169 (re-ilustrado). **Material figurado:** Re55+260'⁰⁰, MGUV5278 y CP/51, MGUV5353.

Descripción: este apartado puede verse con más detalle en Liao *et al.* (2001: 23) y Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 355, 356)

Discusión: Las diferencias de *P. c. cristatus* con especies como *P. ordinatus* y *Kl. ovalis* han sido discutidas en Liao *et al.* (2001: 23), Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 9, 2013: 355). *P. c. cristatus* tiene cierto parecido con el *M. falsiovalis* en el contorno ovalado de la plataforma y en la posición y tamaño de la

cavidad basal, pero se diferencia en que posee numerosos nodos de tamaño grueso, distribuidos en filas longitudinales frente a una ornamentación de nódulos finos con disposición radial en la segunda. Además, la cavidad basal es marcadamente diferente: asimétrica y más grande en *P. cristatus* en contraste con la diminuta cavidad oval de *M. falsiovalis*.

Las diferencias con *P. cristatus* *ectypus* se comentan en la descripción de dicha subespecie.

Distribución estratigráfica y geográfica: Klapper & Ziegler (1977) citan el rango de esta subespecie desde la Biozona *Hermanni* Superior hasta la Biozona *Punctata*; sin embargo, Klapper & Johnson (1990) indican su desaparición en la Biozona *Disparilis* Superior. Nuestros ejemplares alcanzan un rango que va desde la Biozona *Hermanni* Superior hasta la Zona MN2 (Klapper 1989).

Esta subespecie se registra en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas y Montañas de Santa Cruz), en África (Meseta y SE de marroquí, Tafilalet), en Norteamérica (Indiana, Illinois, Texas, Nevada y Mackenzie), Asia Meridional (Tajikistán, Turkestán y Zeravshan-Hissar) y E. de Asia (Guangxi).

Polygnathus cristatus ectypus

Huddle 1934

Figs. 7.8A-E

*1934 *Polygnathus cristatus ectypus* n. subsp. Huddle, p. 103, lám. 8, fig. 38

2007 *Polygnathus cristatus* n. subsp. Huddle; Aboussalam & Becker, p. 368, figs. 9F, 9G

2008 *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 9, tabs 1B, C (incluida sinonimia)

2010 *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle; Narkiewicz & Bultynck, p. 620, tablas 2, 6, figs. 17.14 y 17.15

2013 *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 356, fig. 7H

Material: 8 ejemplares que proceden de los niveles de Re56'⁰¹(1), CP/46g(1), CP/49(2), CP/51(2), LGA219₄₈₋₅₆(1), LGA221₄₆₋₅₁(1).

Material publicado y re-ilustrado: LGA221⁴⁶⁻⁵¹, MGUV6170. Material figurado: Re56'⁰¹, MGUV5279; CP/51, MGUV5354 y CP/58b'⁰², MGUV5355.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico, amplio y de contorno ovalado. Relación de la lámina libre/plataforma es aproximadamente 1:4. Anchura máxima situada al comienzo de la mitad posterior. Borde posterior subredondeado a subtriangular.

Lámina libre completa o parcialmente preservada, formada por al menos 4 a 5 denticulos elípticos, comprimidos lateralmente o formando una cresta gruesa.

Carena recta, la parte anterior es ligeramente más alta que la posterior. Está formada por al menos 8 a 11 denticulos de secciones oval a circular, parcialmente fusionados (los anteriores) en sus bases, pero libres en sus puntas; estos denticulos decrecen en tamaño y altura posteriormente.

Plataforma ornamentada por nodos de diferentes aspectos, redondeados a alargados; la disposición de los nodos gruesos en la parte central que pueden estar espaciados o próximos y los nodos más finos se localizan hacia los márgenes.

En vista lateral, la unidad es plana y se arquea anteriormente.

Cavidad basal de tamaño pequeño, subcircular, ligeramente asimétrica y labiada. Quillas rectas y surcadas.

Discusión: *P. c. cristatus* tiene una plataforma con menor variabilidad en el tamaño de los nodos y con disposición más regular que en *P. c. ectypus*.

Los anteriores apartados también se comentan en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 9 y 2013: 356).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Sandberg *et al.* (1994) el rango de esta subespecie comienza en la base de la Biozona *Hermanni* Superior y alcanza hasta la Biozona *Transitans*. Nuestros ejemplares

pirenaicos tienen un rango que comienza en la biozona de *hermanni* Superior y alcanza hasta la base de la biozona de *norrisi*.

P. c. ectypus se registra en Europa (Pirineos Central Español, Montañas Renanas, Montaña Negra), SE de Marruecos (Tafilalet y Maider), en Norteamérica (Nueva York, Indiana), en Asia Meridional (Turkistán, Zheravsshah-Gissar) y en el E de Asia (Guangxi).

Polygnathus decorosus

Stauffer, 1938

Figs. 7.8F, G

*1938 *Polygnathus decorosus* n. sp.; Stauffer, p. 438, lám. 53, figs. 5, 6, 10, 15, 16

1957 *Polygnathus decorosa* Stauffer; Bischoff & Ziegler, p. 85 (sólo descripción)

2001 *Polygnathus decorosus* Stauffer; Liao *et al.*, pp. 24 y 25, lám. 5, fig. 11 (incluida sinonimia)

2007 *Polygnathus saevus* n. sp. Aboussalam & Becker, p. 370, tabla 1, figs. 5L-O

Material: 427 ejemplares de los niveles Re56(58), Re56'⁰²(25), Re57(43), Re57'⁰⁴(30), Re58(31), Re58'⁰⁰(25), Re58'⁰⁴(12), Re59(13), Re59'⁰⁴(2), Re60(3), Re60'⁰²(5), Re55+533'⁰⁰(1), Re62(26), Re55+650'⁰⁰(11), Re55+675'⁰⁰(63), Re63(17), Re64(2) y Re69(17); LGA221₁₂₂₋₁₃₀(2), LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀(2), LGA221₁₅₂₋₁₆₀(3), LGA223(2), LGA225top(1) y LGA227b(1). Basibé1'⁰⁴(2), Basibé2'⁰⁴(7), Basibé3(5), Basibé3'⁰⁴(6), Basibé4(4) y Basibé4'⁰⁴(8).

Material publicado: Re58(1) MGUV5249. Material figurado: Basibé3'⁰⁴, MGUV6134.

La descripción de esta especie puede verse en Liao *et al.* (2001: 24, 26).

Discusión: *P. decorosus* y *P. x. xylus* comparten caracteres morfológicos como: la presencia de una plataforma simétrica, estrecha y ligeramente alargada, que tiene aproximadamente la misma longitud que la lámina libre, la disposición de los puntos de geniculación son opuestos y la posición de

la cavidad basal al comienzo o un poco más posterior, de la plataforma anterior. Sin embargo, la primera se diferencia en que la plataforma es de contorno fusiforme, la ornamentación consiste en nodos marginales, los surcos adcarenales son someros, los márgenes de los surcos anteriores son cortos y cóncavos oralmente y el borde posterior agudo; por el contrario, en *P. x. xylus*, los bordes laterales de la plataforma son paralelos, la ornamentación suele ser lisa o, a veces, con nodos marginales en el último tercio de la plataforma, los surcos adcarenales algo más profundos, los márgenes de los surcos anteriores se reclinan aboralmente y el borde posterior es más bien convexo.

Los bordes anteriores de la plataforma de *P. decorosus* son más cortos y rectos, mientras que en *P. xylus ensensis* son cóncavos y reclinados.

La variación morfológica en esta especie es muy amplia, por eso siempre se ha considerado como el grupo de *P. decorosus* s.l. y en un intento de conocer lo mejor, en los últimos años, se describieron varias especies nuevas como *P. pardecorosus* (Ji & Ziegler, 1993) y *P. jorfensis* y *P. saevus*, descritas por Aboussalam & Becker (2007).

Distribución estratigráfica y geográfica: Este taxón es exclusivamente Frasnense; según Ziegler (1973) se extendería desde la Biozona *Hassi* Superior (Zonas MN 9, 10) hasta la parte más alta de la Biozona *Linguiformis* (Zona MN 13); posteriormente, Ziegler & Sandberg (1990) extendieron ligeramente su rango inferior hasta la Biozona *Falsiovalis* Superior.

Esta especie se encontró en Europa (Pirineos, Montañas Renanas), en Marruecos (Tafilalest), en Norteamérica (Ohio, Michigan, Iowa y Mackenzie), en el E. de Asia (región de Yunnan) y al oeste de Australia.

Polygnathus dengleri dengleri

Bischoff & Ziegler, 1957

Figs. 7.8H-M

*1957 *Polygnathus dengleri* n. sp.; Bischoff & Ziegler, p. 87, lám. 15, figs. 14, 15, 17-24; lám. 16, figs. 1-4

1981 *Polygnathus dengleri* Bischoff & Ziegler; Huddle B29, lám. 6, figs. 15-23

2001 *Polygnathus dengleri* Bischoff & Ziegler; Liao *et al.* p. 26, lám. 4, figs. 7-9, 12 (incluida sinonimia)

2007 *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler; Aboussalam & Becker, p. 356, figs. 6(C-F)

2010 *Polygnathus dengleri sagitta* Aboussalam & Becker; Gouwy, p. 140, lám. 9, figs. 1a-b

2010 *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler; Narkiewicz & Bultynck, pp. 618 y 620, tablas: 2-4; figs. 16.1, 16.2, 17.16 y 17.17

2013 *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 34, 35, figs. 7I, J

Material: 483 ejemplares de los niveles Re56 (53), Re56'⁰¹(36), Re56'⁰²(44), Re57(13), Re57'⁰⁴(16), Re58(27), Re55+420'⁰⁰(6), Re58'⁰⁰(23), Re58'⁰⁴(18), Re59(2), Re59'⁰⁴(2), Re62(39), Re55+650'⁰⁰(15), Re55+675'⁰⁰(27), Re63(17), Re64(5) y Re69(3); CP/47(1), CP/51(3), CP/52(1), CP/53(1), CP/54(1), CP/55(3), CP/56(5), CP/57'⁰²top(6), CP/59'⁰⁴(9), CP/60a(5), CP/60b(8), CP/60(3), CP/60c(4), CP/61'⁰⁴(10), CP/62(14), CP/63₄₋₁₄(4), CP/63(5), CP/63₃₉₋₄₅(5), CP/64a(4), CP/64₂₅₋₂₈(3), CP/64(8), CP/64'⁰⁴(3) y CP/65(3). LGA218'⁰⁶₄₅₋₅₂(1), LGA219₁₀₈₋₁₂₀(1), LGA219₂₂₅₋₂₄₀(1), LGA221₈₋₁₆(1), LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀(1), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(2), LGA-I/5(1) y LGA-I/6a(1). Basibé1'⁰⁴(5), Basibé2(4), Basibé2'⁰⁴(5), Basibé3(1) y Basibé4'⁰⁴(4).

Material publicado: Re62(2), MGUV5246-5247; LGA219₂₂₅₋₂₄₀, MGUV6171 (re-ilustrado) y LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀, MGUV6172. Material figurado: Re57'⁰⁴, MGUV5323; Basibé1'⁰⁴, MGUV6135. Resto del material: Re56'⁰¹, MGUV5282.

Descripción: esta especie fue ya descrita en detalle en las siguientes publicaciones: Liao

et al. (2001: 26) y Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 356, 357).

Discusión: *P. d. dengleri*, presenta una gran variabilidad morfológica que queda ya reflejada en el material topotípico, y que dio lugar a la creación de diferentes morfotipos según varios autores.

Klapper (en Johnson *et al.*, 1980: 102) distinguió dos morfotipos en los materiales de Nevada Central. Una forma se caracteriza por la presencia de crestas transversales irregulares y nodos gruesos; con rango estratigráfico limitado a la Biozona *Disparilis* Inferior (antigua Biozona *Dengleri* Inferior). La otra forma se caracteriza por la presencia de una plataforma ornamentada por escasos y finos nodos y débiles crestas transversales. En esta forma se incluye el holotipo y aparece en la Biozona *Disparilis* Superior (equivalente a *dengleri* Superior). Bultynck & Jacobs (1981: 19) estudiando materiales del SE de Marruecos, reconocieron los dos morfotipos de Klapper (1980), que denominaron formas "β" y "γ", respectivamente, y describieron una tercera, nueva, que citaron como forma "α". Este morfotipo se caracteriza por la presencia de una lámina más larga, una plataforma de contorno subtriangular, márgenes anteriores más o menos rectos y una ornamentación grosera e irregular que se limita a los márgenes. Este morfotipo se consideró como el más antiguo. Aboussalam & Becker (2007: 369) en la sección de Mdoura-East (Md-E), en las plataformas de Tafilalet, reconocieron el morfotipo "α" descrito por Bultynck & Jacobs (1981) y acuñaron un nuevo término para incluir estas formas: *Polygnathus dengleri sagitta*.

La mayoría del material pirenaico pertenece al morfotipo "γ" (como la fig. 7.8J, K, MGV6171), que se caracteriza por la presencia de escasos nodos, por una carena formada por dentículos ovalados, cuyo espaciado aumenta posteriormente y por presentar la cavidad basal labiada y de

tamaño mediano. Existe otra forma pirenaica (ver Liao & Valenzuela-Ríos 2013: fig. 7I, MGV6172), comparable con la denominada por Klapper (1985) "narrow" form, que se caracteriza por tener una plataforma más estrecha y larga, un margen anterior retardado, una carena, con dentículos fusionados, formando una cresta y una cavidad basal pequeña, localizada al final de la plataforma anterior.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Feist & Klapper (1985), Narkiewicz & Bultynck (2010), el rango total de los morfotipos, que se incluyen en *P. d. dengleri* comprende desde la Biozona *Disparilis* Superior y alcanza hasta la Biozona *Transitans* (Zonas MN4 de Klapper 1989). Nuestros ejemplares comprenden desde la base de *Disparilis* Superior hasta la Zona MN3 (Klapper 1989).

Registros de esta especie se citan en Europa (Pirineos, Montañas Renanas, Montañas de Santa Cruz, Alpes Cárnicos, Cornwall y Devon), en Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica (Michigan, Nevada, Mackenzie y Nueva York) y oeste de Australia.

Polygnathus dubius

Hinde, 1879

Figs. 7.8N-Q

*1879 *Polygnathus dubius* n. sp.; Hinde, pp. 362-364, lám. 16, figs. 6-17

1981 *Polygnathus dubius dubius* Hinde; Huddle, B29, lám. 18, figs. 13-18

1985 *Polygnathus dubius* Hinde; Bardashev & Ziegler, lám. 2, figs. 3 y 8

1986 *Polygnathus dubius* Hinde; Hou *et al.*, pp. 42, 43, lám. 14, figs. 17-22

1985 *Polygnathus dubius* Hinde; Ziegler & Wang, p. 20, lám. 2, fig. 10

1988 *Polygnathus dubius* Hinde; Hou (ed.), p. 328, lám. 132, figs. 11, lám. 133, fig. 6

1992 *Polygnathus dubius* Hinde; Bardashev, lám. 9, figs. 6, 11, 15, 16, 23 y 24

non 1992 *Polygnathus dubius* Hinde; Bardashev, lám. 9, figs. 7, 8, 12 y 13

1994 *Polygnathus dubius* Hinde; Bai *et al.*, p. 178, lám. 22, figs. 14-16

1995 *Polygnathus dubius* Hinde; Shen, p. 261, lám. 2, figs. 6, 7

2001 *Polygnathus dubius* Hinde; Liao *et al.*, pp. 26 y 27, lám. 4, figs. 14, 18 y 19 (lista de sinonimia)

2007 *Polygnathus dubius* Hinde; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 5figs. 3, 5D

2008 *Polygnathus dubius* Hinde; Liao & Valenzuela-Ríos 12, tabs. 1B, 1C, fig. 5A

2010 *Polygnathus dubius* Hinde; Narkiewicz & Bultynck, tabs. 2-6, 8-11, fig. 9

2012 *Polygnathus dubius* Hinde; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 832, fig. 6X-AB

Material: 1019 ejemplares de los siguientes niveles de 5 secciones que se detallan a continuación: Sección Renanué: Re56(45), Re56'⁰¹(55), Re56'⁰²(40), Re57(26), Re57'⁰⁴(77), Re55+420/00(39), Re58'⁰⁰(2), Re59(2), Re55+460'⁰⁰(8), Re59'⁰⁴(1), Re60(1), Re55+533'⁰⁰(2), Re62(19), Re55+650'⁰⁰(15), Re55+675'⁰⁰(29), Re63(2), Re67(2) y Re69(3).

Sección Compte: CP/45c(32), CP/45f(4), CP/46a(25), CP/46b(2), CP/46g(7), CP/46h(32), CP/46₁₉₀₋₂₀₀(2), CP/47(3), CP/49(2), CP/50(3), CP/51(2), CP/52(3), CP/53(4), CP/54(3), CP/55(4), CP/56(5), CP/57(3), CP/57'⁰²_{top}(4), CP/58(3), CP/58'⁰⁴b(4), CP/58b(7), CP/58'⁰²b(3), CP/59(2), 59'⁰²_{base}(6), CP/59'⁰⁴(37), CP/59'⁰²_{top}(4), CP/60a(13), CP/60b(27), CP/60(12), CP/60c(15), CP/60d(4), CP/61(8), CP/61'⁰⁴(15), CP/62a(15), CP/62(36), CP/63₄₋₁₄(12), CP/63(8), CP/63₃₉₋₄₅(11), CP/64a(8), CP/64₂₅₋₂₈(3), CP/64(13), CP/64'⁰⁴(7) y CP/65(2).

Secciones La Guàrdia d'Ares: LGA214c(4), LGA219'⁰⁶(5), LGA220'⁰⁶(7), LGA221₃₋₈(6), LGA221₈₋₁₆(3), LGA221₄₆₋₅₁(5), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(14), LGA222₁₀₋₁₆(4), LGA222'⁰⁶₁₀₋₁₆(4), LGA222₅₆₋₆₂(2), LGA-I/1a(2), LGA-I/1b(5), LGA-I/1c(32), LGA-I/1'⁰⁶c(2), LGA-I/2(6), LGA-I/3(3), LGA-I/4(6), LGA-I/5(4), LGA-I/6a(4), LGA-I/6b'⁰⁶(2), LGA-I/7(3) y LGA-I/9a(5).

Sección Ampriú: Amp1(27), Amp2(22), Amp4(16), Amp5(5), Amp6(13), Amp7(22), Amp10(4), Amp11(1) y Amp14a(2).

Sección Basibé: Basibé1'⁰⁴(2), Basibé2(8), Basibé2'⁰⁴(4), Basibé3(4), Basibé3'⁰⁴(1), Basibé4(7) y Basibé4'⁰⁴(5).

Material publicado: Re62(2) MGUV5250-5251; CP/45c, MGUV5992; Amp5, MGUV6099, Amp7(2), MGUV6104-6105. Material figurado: Re56, MGUV5283; Basibé2'⁰⁴, MGUV6136.

Los apartados de la descripción y discusión de esta especie se comentan detalladamente en Liao *et al.* (2001: 26, 27) y Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 832).

Distribución estratigráfica y geográfica: Klapper (en Ziegler, 1973: 354) considera la primera aparición de esta especie a partir de la Biozona *Hermanni* Superior; pero Klapper & Johnson (en Johnson, 1990: 941, fig. 52) citan que el taxón comienza en la base de la Biozona *Hermanni* Inferior. Su límite superior alcanza la Biozona *Punctata* o Zonas MN5, 6 (Narkiewicz & Bultynck, 2007) o la Biozona *Hassi* o Zonas MN7-10 (Lazreq, 1999). Nuestros ejemplares indican una extensión en el rango inferior hasta la Biozona *Semialternans/Latifossatus* y su rango superior llega a la Zona MN6.

Este taxón se encuentra en Europa (Pirineos, Montaña Negra, Ardenas, Montaña del Harz y Radom-Lublin), en Marruecos (Maider y Tafilalet), en Norteamérica (Nueva York, Michigan, Nevada y Mackenzie), en Asia Meridional (Tajikistán y Turkestán) y en E de Asia (Yunnan y Guangxi).

Polygnathus eiflius

Bischoff & Ziegler, 1957

Figs. 7.8R-U

*1957 *Polygnathus eiflia* n. sp.; Bischoff & Ziegler 89, lám. 4, figs. 5, 6, 7

2001 *Polygnathus eiflius* Bischoff & Ziegler; Liao *et al.* 27 y 28, lám. 3, figs. 6, 8, 9, 13 (incluida sinonimia)

2011 *Polygnathus eiflius* Bischoff & Ziegler; Walliser & Bultynck 11 y 12, lám. 1, fig. 6

Material: 41 ejemplares de los diferentes niveles: Re-8(1), Re-5(4), Re1(34), CP/7(1) y CP/18b(1). Material publicado: Re1, MGUV5234. Material figurado: Re-8, MGUV5265 y Re-5, MGUV5324.

Los apartados de descripción y discusión de esta especie pueden verse en Liao *et al.* (2001: 27, 28).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Belka *et al.* (1997), Walliser & Bultynck (2011), esta especie se restringe entre las biozonas *Kockelianus* y *Timorensis* (la parte inferior); sin embargo, Liao & Valenzuela-Ríos (2008), Aboussalam (2003) extendieron su rango superior hasta la parte inferior de la Biozona *Ansatus* (Givetense Medio). Nuestros ejemplares se restringe entre las biozonas *Hemiansatus* y *Ansatus* (parte inferior).

Esta taxón se ha encontrado en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Ardenas, Montañas Renanas, Montaña del Harz y Alpes Cárnicos), en África (en el Anti-Atlas y Meseta de Marruecos), en Norteamérica (N y centro de Ohio, Nueva York, en Australia (Moore Creek, Queensland y Nueva Gales del Sur).

Polygnathus elegantulus

Klapper & Lane, 1985

2012 *Polygnathus elegantulus* Klapper & Lane; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 832, 834, fig. 7A-D (con lista de sinonimia).

Material: 2 ejemplares del nivel Amp7, MGUV6100-6101.

Los apartados de descripción y discusión pueden verse con más detalle en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 832, 834).

Distribución bioestratigráfica y geográfica: Según Klapper (1997: 127 y tabla 1), el rango de *P. elegantulus* en los Territorios del NO de Canadá está restringido a la Zona MN6. Sin embargo, Narkiewicz & Narkiewicz (2008) extendieron su rango desde las biozonas *Punctata* superior hasta *Jamieae* (parte superior de la Zona MN6 hasta la inferior de MN 11). Nuestros ejemplares pertenecen al nivel 7 de la sección de Ampriú y se encuentran en la Biozona *Punctata* (Zona MN6).

Polygnathus furtivus

Ji (en Hou *et al.*, 1986)

Figs. 7.8V-Z

1986 *Polygnathus furtivus* sp. nov. Ji (en Hou *et al.*), pp. 43, 115, lám. 7, figs. 13-15

Material: 5 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: CP/62b(3), CP/63₄₋₁₄(1), Basibé 4'⁰⁴(1). Material figurado: CP/62b(2), MGUV5356, 5357 y Basibé 4'⁰⁴, MGUV6137.

Diagnosis original (Ji, 1986): Plataforma asimétrica, de contorno subtriangular y ornamentada por crestas transversales irregulares o costillas nodulares. El margen anterior interno de la plataforma se sitúa en posición más anterior que el margen anterior externo. Cavidad basal pequeña, ligeramente asimétrica y situada en el tercio anterior de la plataforma.

Diagnosis enmendada (aquí): Un Polignátido caracterizado por la siguiente combinación de características en el elemento Pa: Plataforma de contorno subtriangular a oval, con desarrollo de surcos adcarenales. Cavidad basal oval con expansiones labiales ligeramente asimétricas.

Descripción: Plataforma ligeramente asimétrica de forma subtriangular a oval. La anchura máxima de la plataforma se sitúa en el tercio anterior.

La lámina libre es corta, recta o ligeramente inclinada hacia el lado interno y ocupa un tercio de la longitud total. Está provista de al menos 4 a 6 dentículos de sección ovalada, comprimidos lateralmente; los dos dentículos anteriores son de tamaños más pequeños que los restantes de la lámina; los dentículos decrecen en altura hacia la plataforma.

Carena recta en la parte anterior y ligeramente curvada en la final posterior. Está formada por 10 a 11 dentículos de sección circular, parcialmente fusionados en sus bases, pero libres en sus puntas. El tamaño de los dentículos decrece posteriormente, aunque en algunos

ejemplares, los dentículos de la carena posterior tienden a crecer ligeramente en altura.

Plataforma ornamentada por nodos finos a gruesos que pueden distribuirse transversalmente, marginales o alineados longitudinalmente, paralelos a la carena. Surcos adcarenales amplios y profundos anteriormente y estrechos y someros, posteriormente. Plataforma externa ligeramente más desarrollada que la interna. El margen anterior interno se encuentra muy adelantado respecto al externo, de tal manera que queda situado en la parte distal de la lámina libre.

En vista lateral la unidad está ligeramente doblada aboralmente. La altura de los dentículos de la lámina libre es creciente anteriormente y decreciente posteriormente.

Cavidad basal pequeña, ovalada y se sitúa en el tercio anterior de la plataforma. Expansiones labiales ligeramente asimétricas. Quilla anterior recta o ligeramente curvada, con surco estrecho y somero. Quilla posterior más curvada formando una cresta fina.

Discusión: La cavidad basal más pequeña y oval de *P. furtivus* la separa de *P. cristatus*. Asimismo, el mayor tamaño de los nodos y una distribución más regular permite distinguirla de *M. falsiovalis*; además, la posición adelantada del margen anterior interno de *P. furtivus* permite diferenciarla de los representantes de los géneros *Klapperina* y *Mesotaxis*.

Si comparamos nuestros ejemplares pirenaicos con el único ejemplar asiático figurado (Ji 1986: lám 7, figs. 13 y 14), observamos que la ornamentación de nuestros especímenes presenta una cierta variación; así, los nódulos individuales se distribuyen transversalmente o de forma marginal y sólo el ejemplar de la sección de Basibé parece más próximo a la forma asiática en la fusión de los nodos alargados transversalmente.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Ji (1986: 43), esta especie aparece en la capa MC-27 (dentro de la Fm. Baqui) de la sección Ma'anshan (Guangxi) en la biozona de *falsiovalis* Superior (Zona MN3 de Klapper 1989). Nuestros ejemplares aparecen a edad más temprana, en la Zona MN2 (Klapper 1989).

Se registra esta especie en Europa (Pirineo Central Español) y en Asia (Guangxi).

Polygnathus hemiansatus

Bultynck, 1987

Figs. 7.9A-L

1987 *Polygnathus hemiansatus* n. sp. Bultynck, pp. 161, 162, lám. 7, figs. 16-27; lám. 8, figs. 1-7
 2008 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 11, tabs. 1A, B, figs. 4A, B
 2010 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck; Gouwy, p. 142, lám. 5, figs. 12, 13; lám. 6, fig. 1 (con lista de sinonimia)
 2011 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck; Walliser & Bultynck 12 y 13, lám. 1, figs. 11-17
 2013 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 357, 358, figs. 7K, 7L

Material: 47 ejemplares procedentes de los siguientes niveles de dos secciones: Re-8(9), Re-7(5), Re-5(11), Re9(9), Re15(7); CP/18b(1), CP/20(1), CP/43f(1), CP/44(1); LGA180_{10 cm inf.}(1) y LGA189⁰⁶(1).

Material publicado: CP/18b, MGUV5982; LGA180_{10 cm inf.}, MGUV6173 y LGA189⁰⁶, MGUV6184. *Material figurado:* Re-8, MGUV5325; Re-7, MGUV5326; Re-5, MGUV5327; CP/20, MGUV5358. Resto del material: Re-8, MGUV5267.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, alargado y esbelto. Anchura máxima localizada en la mitad posterior de la plataforma. Estrechamiento marcado en la región rostral de la plataforma. La relación longitud de la lámina libre/plataforma es de 1:1. Borde posterior agudo.

Lámina libre formada por al menos 10 a 12 dentículos ovalados y comprimidos lateralmente.

Carena anterior recta que puede estar fusionada totalmente en una cresta o parcialmente, distinguiéndose 3 a 5 dentículos, de sección oval, fusionados en sus bases y libres en sus extremos. La transición de la carena anterior a la posterior consiste en un ligero engrosamiento de la misma. Carena posterior formado por 6-8 dentículos de sección circular, que posteriormente disminuyen en tamaño, pero aunque aumenta su espaciado. Los dentículos más centrales son los de mayor tamaño.

Plataforma de ornamentación variada con finos nódulos independientes o finos nódulos alargados distribuidos radialmente. Marcada constricción en el margen externo de la plataforma, justamente posterior al punto de geniculación que se continúa con el desarrollo de un margen redondeado de la plataforma. El margen interno de la plataforma está menos desarrollado y puede ser liso o serrado.

El margen externo del surco anterior está fuertemente reclinado posteriormente, mientras que el interno es menor. Los puntos de geniculación no están opuestos.

En vista lateral la unidad está arqueada y su borde posterior se reclina aboralmente.

Cavidad basal pequeña, oval, labiada simétricamente y localizada casi al final del estrechamiento rostral. Quilla anterior recta o ligeramente inclinada, con surco muy estrecho y somero. Quilla posterior ligeramente recta y elevada.

Discusión: las principales características de *P. hemiansatus* son la constricción en el margen externo de la plataforma, justo después del punto de geniculación y el gran desarrollo en forma de cuenco del surco marginal anterior externo. En función del grado de las anteriores características mencionadas, se reconocen tres morfotipos: α , β , γ . (ver con más detalle en Walliser & Bultynck, 2011: 12 y 13). Nuestros ejemplares pirenaicos corresponden más a las formas γ .

P. hemiansatus se diferencia de *P. ansatus* en varios aspectos como la presencia de una crenulación en el surco marginal anterior interno, el desarrollo de una fuerte constricción anterior de la plataforma, la asimetría marcada de la parte posterior de la plataforma y la posición de la cavidad basal justo al final de la constricción.

Esta especie ya se describió y discutió en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 357, 358).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Walliser & Bultynck (2011) el rango de esta especie comprende desde la base de la Biozona *Hemiansatus* a la Biozona *Ansatus*; sin embargo, tanto Gouwy *et al.* (2013) como Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 37, 38) suben su rango superior hasta la base de la Biozona *Semialternans/Latifossatus*.

Esta especie se registra en Europa (Cordillera Cantábrica, Pirineo Central Español, Ardenas, Alpes Cárnicos), en Marruecos (Anti-Atlas, Meseta sahariana) y en Australia (N. de Queensland).

***Polygnathus latifossatus* Wirth, 1967**

Figs. 7.9M-P

- *1967 *Polygnathus latifossatus* n. sp. Wirth, p. 227, lám. 22, figs. 17-19; text-figs. 14 g-k
- 1985 *Polygnathus latifossatus* Wirth, Bardashev & Ziegler, p. 74, lám. 1, figs. 28, 29
- 1986 *Polygnathus latifossatus* Wirth, García-López, pp. 90-91, lám. 13, figs. 17-23 (incluida sinonimia)
- 1989 *Polygnathus latifossatus* Wirth, Mawson & Talent, p. 254, lám. 6, figs. 3, 4
- 1992 *Polygnathus latifossatus* Wirth, Carls & Gong, lám. 1, fig. 19
- 1992 *Schmidtognathus latifossatus* (Wirth), Bardashev, lám. 5, fig. 31
- 1994 *Polygnathus latifossatus* Wirth, Bai *et al.*, p. 179, lám. 22, fig. 10
- 1994 *Polygnathus latifossatus* Wirth; Talent & Mawson, lám. 3, fig. 1
- 1995 *Polygnathus latifossatus* Wirth; Shen, p. 262, lám. 2, figs. 1, 2
- 1998 *Polygnathus latifossatus* Wirth; Corradini, lám. 3.2.1, fig. 8
- 2003 *Schmidtognathus latifossatus* (Wirth); Aboussalam, p. 192, lám. 21, figs. 1-4

2007 *Schmidtognathus latifossatus* (Wirth); Aboussalam, tabs. 2-5 (sin ilustración)

2008 *Polygnathus latifossatus* Wirth; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 9, tabla 1B, figs. 4O-T

2010 *Polygnathus latifossatus* Wirth; Gouwy, p. 143, lám. 7, figs. 8-10

2011 *Schmidtognathus latifossatus* (Wirth); Narkiewicz & Bultynck, tabla 2, fig. 17.19

Material: 33 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: CP/45c(8), CP/46a(10), CP/46b(6), CP/46h(7) y CP/49(2). Material publicado: CP/45c(2), MGUV5989-5990. Material figurado: CP/46b, 5359 y CP/49, MGUV5360.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico. Plataforma estrecha y de forma sub-triangular. La anchura máxima del conjunto se sitúa en la mitad anterior. Borde posterior agudo.

Lámina libre recta y aproximadamente tan larga como el cuerpo principal. Está provista de al menos 6 a 11 dentículos de sección ovalada y comprimidos lateralmente; los 3-4 dentículos anteriores son ligeramente más altos.

La carena comienza siendo recta pero se curva posteriormente. Está formada por 8 a 11 dentículos de sección circular, parcialmente fusionados en sus bases y libres en sus extremos. El tamaño de los dentículos decrece paulatinamente posteriormente, y en algunos ejemplares, los dentículos posteriores tienden a más.

Plataforma con ornamentación variada, desde dentículos finos a nodos gruesos de distribución marginal y paralelos a la carena. En algunos ejemplares (Fig. 7.9M) donde la plataforma está ornamentada por nodos marginales, se pueden desarrollar surcos adcarenales estrechos y someros.

En vista lateral, el borde posterior está algo doblado aboralmente. La altura de los dentículos decrece suavemente y los últimos tienden a reclinarse.

Cavidad basal de tamaño moderado, ovalada o subcircular, parcial o completamente abierta, situada en el tercio

anterior de la plataforma. Expansiones labiales asimétricas. La cavidad basal se continua anterior y posteriormente en sendos surcos anchos y profundos que se acuñan y estrechan distalmente, sin llegar a cerrarse. El posterior es ligeramente más ancho en la región proximal.

Discusión: esta especie se caracteriza por el desarrollo de una incipiente plataforma estrecha que puede ser acompañada por 1 a 3 dentículos finos individuales o nodos marginales localizados a ambos lados de la carena posterior y también por la presencia de una cavidad basal que puede estar parcial o completamente abierta. Debido a la presencia de esta cavidad basal parcial o completamente abierta, algunos autores (Aboussalam, 2003, Aboussalam & Becker, 2007, Narkiewicz & Bultynck, 2011) prefieren incluir esta especie dentro del género *Schmidtognathus*. Sin embargo, en los materiales pirenaicos, incluyendo la colección estratotípica de Wirth (1967: 227, lám. 22, figs. 17a, b) la cavidad basal de los ejemplares de *P. latifossatus* difiere de la de los schmidtognátidos. Por ello, preferimos seguir incluyendo el taxón dentro de *Polygnathus*.

P. latifossatus difiere de *S. piezneri* en el desarrollo de una plataforma estrecha, acompañada de nódulos marginales y con borde posterior subovalado.

Distribución estratigráfica y geográfica: el rango de esta especie comienza en la base de la Biozona *Semialternans/Latifossatus* (la última subdivisión del Givetense Medio) y alcanza hasta la Biozona *Norrisi* (Kleinerbrinker, 1992); sin embargo, Bardashev (1992) limita el rango superior hasta la Biozona *Disparilis*. Nuestros ejemplares proceden de un intervalo entre las biozonas *Semialternans/Latifossatus* y *Hermanni* Superior.

Este taxón se registra en Europa (Pirineos Centrales y Occidentales, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Montañas Renanas, Alpes Cárnicos, SO de Cerdeña), SE Marruecos (Tafilalet), en Norteamérica

(Nueva York, Iowa y Nevada), en Asia Central (Tajikistán), en el E. de Asia (Yunnan y Guangxi) y en Australia (Queensland y Sur de Nueva Gales).

Polygnathus limitaris

Ziegler, Klapper & Johnson, 1976

Figs. 7.9Q, R

*1976 *Polygnathus limitaris* n. sp. Ziegler et al., p. 121, pl. 4, figs. 17, 19

2003 *Polygnathus limitaris* Ziegler et al.; Aboussalam, pp. 179, 180, pl. 18, figs. 8-15 (con lista parcial de sinonimia)

2007 *Polygnathus limitaris* Ziegler et al.; Aboussalam & Becker, tabs. 1-5 (sin ilustración)

2008 *Polygnathus limitaris* Ziegler et al.; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 12, tabs. 1B, C; fig. 5.D

Material.- 71 ejemplares procedentes de los niveles de: Re56'⁰¹(9), Re55+420'⁰⁰(1), ; CP/46a(8), CP/46b(3), CP/46g(1), CP/53(1), CP/55(2), CP/57(1), CP/58b'⁰⁴(4), CP/58b(15), CP/58b'⁰²(2), CP/59(3), CP/59'⁰⁴(2); LGA200c(1), LGA218₈₋₃₀(1), LGA219₈₄₋₉₀(1), LGA221₄₆₋₅₁(1), LGA221₁₂₂₋₁₃₀(1), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(10), LGA-I/1b(1). Basibé1'⁰⁴(1), Basibé3(1), Basibé4(1). Material publicado: CP/46a, MGV5994. Material figurado: CP/46a, MGV5361.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico, de aspecto robusto y de forma ovalada. La anchura máxima se sitúa en la mitad del elemento.

La lámina libre es recta, corta y ocupa entre 1/4 a 1/3 de la longitud total. Está constituida por una cresta muy gruesa.

Carena anterior recta y corta. Está formada por 3 a 5 dentículos de sección ovalada, parcialmente fusionados en sus bases, pero libres en sus puntas. Carena posterior ligeramente curvada y más larga que el anterior. Está formada por 8 a 9 dentículos, de secciones circulares, bien individualizados y más espaciados posteriormente.

Plataforma ornamentada por nodos gruesos cuya distribución desde la parte anterior es como sigue: una fila oblicua a

ambos lados de la carena, de nodos finos a alargados, formando unos parapetos diagonales que posteriormente se continúan en filas longitudinales de nodos más separados hasta el borde posterior; sub-paralelas a estas filas, se disponen 2 a 3 filas de nodos de la misma configuración anterior. Surcos adcarenales anteriores amplios, cortos y profundos.

En vista lateral el borde posterior está ligeramente doblado aboralmente. La altura de la lámina libre supera a la de las carenas y a su vez, la altura de los dentículos de la carena aumenta ligeramente hacia el posterior.

Cavidad basal diminuta, de forma ovalada o subredondeada. Se sitúa en el tercio anterior de la plataforma. Pequeñas expansiones labiales ligeramente asimétricas. Quilla anterior recta, con surco más abierto distalmente. Quilla posterior ligeramente curvada con surco estrecho.

Discusión: esta especie se caracteriza por la combinación de las siguientes características: un par de parapetos diagonales en la región anterior que delimitan claramente unos surcos adcarenales cortos, amplios y profundos, filas de nodos distribuidos oblicua y sub-paralelamente a la carena y una cavidad basal pequeña situada en el tercio anterior. Existe una gran variedad morfológica en función de la ornamentación irregular y el diferente desarrollo de los bordes anteriores de la plataforma con respecto a la lámina libre. Aboussalam (2003: 179, fig. 46) en su material marroquí distingue 3 formas: *a*, *b*, *c*. En nuestros ejemplares pirenaicos corresponderían a dos de estas formas: *b* y *c*.

P. limitaris difiere de *P. c. cristatus* en el desarrollo bien definido de parapetos en la región anterior. Además el contorno de la plataforma y anchura es distinta en las dos especies. En la primera el contorno es oval y de menor anchura que en la segunda, cuyo contorno es circular a subcircular.

Ziegler *et al.* (1976: 122) discute la relación filogenética de esta especie con las subespecies de *P. cristatus*, *P. ordinatus*, *P. ovatinodosus*. Nuestros ejemplares pirenaicos, al menos en las secciones Compte y La Guàrdia d'Ares apoyan más la relación con *P. cristatus*, ya que posiblemente *P. limitaris* evolucionó posteriormente a las distintas subespecies de *P. cristatus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según (Clausen *et al.*, 1979 y Ziegler *et al.*, 1976, tabs. 5, 13-15) esta especie tiene un rango que comienza en la base de la Biozona *Hermanni* y llega hasta la de *Norrisi*. Nuestros ejemplares tienen un rango que se inicia en la Biozona *Hermanni* y llega al techo de la Zona MN2 (Klapper 1989).

Se registra en Europa (Pirineo Central Español, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Montaña Negra, Alpes Cárnicos), S. de Marruecos (Tafilalest), Norteamérica (Nevada, Iowa Central), Asia Central (Tajikistán) y E. de Asia (Guangxi y Malasia).

Polygnathus linguiformis

Hinde, 1879

*1879 *Polygnathus linguiformis* n. sp.; Hinde, p. 367, lám.17, fig. 15

Discusión: *P. linguiformis* es un conodonto muy común en el Devónico Medio. Se conocen varios taxones (subespecies y morfotipos), de los cuales hemos reconocido los siguientes:

P. linguiformis linguiformis (= morfotipo γ de Bultynck, 1970)

P. linguiformis weddigei Clausen, Leuteritz & Ziegler, 1979 (= morfotipo δ de Ziegler & Klapper, 1976)

P. linguiformis klapperi Clausen, Leuteritz & Ziegler, 1979 (= morfotipo ϵ de Ziegler & Klapper, 1976)

P. linguiformis mucronatus Wittekindt, 1966

Polygnathus linguiformis klapperi

Clausen, Leuteritz & Ziegler, 1979

Figs. 7.9S-V

*1979 *Polygnathus linguiformis klapperi* n. ssp.; Clausen *et al.*, p. 32, lám. 1, figs. 7, 8

1986 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; García-López, pp. 92-93, lám. 13, figs. 11-12 (con lista de sinonimia)

1989 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Mawson & Talent, pp. 252-253, lám. 5, figs. 10-11

1995 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Sanz López, p. 502, lám. 26, figs. 15-16; lám. 27, figs. 1-4; lám. 29, fig. 16 (con lista de sinonimia)

1998 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Uyeno, pp. 162-163, lám. 13, figs. 22-27; lám. 14, figs. 1-11 (con lista parcial de sinonimia)

2001 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Liao *et al.*, pp. 28 y 29, lám. 2, figs. 25-28

2003 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Aboussalam, pp. 180, 181, lám. 17, figs. 7-10

2008 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 10, tabs. 1a, b, fig. 3B

2010 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Gouwy, pp. 143, 144, lám. 6, fig. 11

2011 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Walliser & Bultynck 15, lám. 3, figs. 7-8

2013 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 38, 39, figs. 3, 4, 7M

Material: 192 ejemplares de los niveles Re^{0'4}(21), Re-8(10), Re-7(9), Re-6(6), Re-5(8), Re-3(1), Re-2(1), Re0(1), Re1(2), Re6(3), Re9(3), Re9⁰²(10), Re11(10), Re15(12), Re19(10), Re19⁰⁰U(10), Re20(12), Re 20⁰²(5), Re24(2), Re34(2), Re41top(1), Re42(8), Re42⁰⁴(1), Re 53(1); CP/0(1), CP/1(1), CP/13(1), CP/14(1), CP/16+30(1), CP/21(1), CP/40(1), CP/41a(1), CP/42c(1), CP/43g(2); LGA167(1), LGA174(1), LGA175(2), LGA178b⁰⁶(3), LGA197(4), LGA199a(3), LGA199b(3), LGA200b(1), LGA200c(2), LGA201(2), LGA202a(1), LGA204₁₅₋₁₇(1), LGA204₁₇₋₂₃(1),; LGA190(1), LGA189⁰⁶(2), LGA186⁰⁶(1), LGA184(1), LGA182(2).

Material publicado: Re19(2), MGUV5228-5229; CP/8base, MGUV5971; LGA167, MGUV6175. Material figurado: CP/41a(2), MGUV5362, 5363.

Esta especie fue descrita & discutida en varias publicaciones, para más detalle, ver en Liao *et al.* (2001: 28, 29), Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 10 y 2013: 358).

Distribución estratigráfica: Según Walliser & Bultynck (2011), el rango de esta subespecie va desde la Biozona *Kockelianus* hasta la de *Semialternans/Latifossatus*. Su distribución geográfica es mundial.

Polygnathus linguiformis linguiformis

Hinde, 1879

Figs. 7.9W-Z

*1879 *Polygnathus linguiformis* n. sp.; Hinde, p. 367, lám. 17, fig. 15.

1971 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Orr, pp. 50, 51, lám. 6, fig. 3

1977 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Weddige, pp. 315-316, lám. 5, figs. 80-82

1998 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Uyeno, p. 162, lám. 12, figs. 2, 3, 20; lám. 14, figs. 12-14

2001 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Liao *et al.*, pp. 29-30, lám. 2, figs. 5-13, 15-18 (incluida sinonimia)

2003 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Aboussalam, pp. 181, 182, lám. 16, figs. P-A3; lám 17, figs. 7-10 (incluida sinonimia)

2008 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 10, tabs. 1a-b, figs. 3C, D

2011 *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde; Walliser & Bultynck, pp. 14-15, lám. 3, figs. 1-6

Material: 2994 ejemplares de los siguientes niveles de 3 secciones que se detallan a continuación:

Sección Renanué: Re^{0'4}(52), Re-8(45), Re-7(21), Re-6(20), Re-5(165), Re-3(6), Re-2(10), Re-1(2), Re0(4), Re1(393), Re3(11), Re4(2), Re5(16), Re6(20), Re7(22), Re8(10), Re9(133), Re9^{0'2}(26), Re10(85), Re11(104), Re12(38), Re13(40), Re15(60), Re16(27), Re17(27), Re18(45), Re19(62), Re19/00u(25), Re20(138), Re20^{0'2}(80),

Re21(10), Re23(15), Re24(14), Re25(13), Re26(4), Re27(22), Re28(25), Re29(1), Re31(7), Re32(3), Re34(3), Re36mid(3), Re41top(1), Re42(202), Re42^{0'4}(29), Re43(16), Re43^{0'4}(2), Re45(10), Re47(2), Re48(3), Re49(102), Re50(5), Re51(1), Re53(16), Re54(31), Re54^{0'4}(2), Re55(29), Re55+50^{0'0}(4), Re55+80^{0'0}(4), Re55+130^{0'0}(1), Re55+180^{0'0}(1), Re55+260^{0'0}(6), Re55+300^{0'0}(4), Re55+360^{0'0}(3).

Sección Compte: CP/-6(1), CP/-4(2), CP/-2(2), CP/-1(2), CP/0(2), CP/1(2), CP/2(2), CP/3(3), CP/4base(3), CP/4b(2), CP/5(1), CP/6(10), CP/7(6), CP/7₇₀₋₉₀(1), CP/7top(6), CP/8base(2), CP/9(23), CP/10(11), CP/10_{top}^{0'2}(1), CP/11(5), CP/11_{top}(4), CP/12(7), CP/13(11), CP/13^{0'2}(11), CP/14(8), CP/14^{0'2}(6), CP/15(6), CP/15^{0'2}(10), CP/16(5), CP/16^{0'2}(6), CP/16+30(5), CP/17(1), CP/18b(2), CP/18c(2), CP/19a^{0'2}(1), CP/19a-b(2), CP/19(4), CP/20(6), CP/21(5), CP/22(10), CP/23(8), CP/25(3), CP/26(3), CP/27(1), CP/27a(2), CP/27b(2), CP/39(2), CP/40(5), CP/41a(13), CP/41b(15), CP/41c(3), CP/42a(3), CP/42b(5), CP/42c(4), CP/42d(2), CP/43b(5), CP/43c₁(5), CP/43c₂(1), CP/43e(5), CP/43f(5), CP/43g(10), CP/43j(4), CP/44(16), CP/45b(37), CP/45c(6), CP/45j(1), CP/46₁₉₀₋₂₀₀(1).

Sección La Guàrdia d'Ares: flanco E del pliegue, LGA193₀₋₂₀(1), LGA192_{13cmsup}(1), LGA191₁₄₋₁₈(4), LGA190^{0'6}(3), LGA190₁₀₋₁₄(5), LGA189^{0'6}(16), LGA189top(14), LGA189(7), LGA188(12), LGA187(12), LGA186(1), LGA185(5), LGA184(5), LGA183(36), LGA182(7), LGA181_{10cmsup}(16), LGA181b(6), LGA181(15); **flanco O del pliegue,** LGA167₁₃₋₂₅(3), LGA168₀₋₉(6), LGA170₀₋₁₀(2), LGA170₁₀₋₁₉(2), LGA172₄₋₁₆(3), LGA173_{7cmsup}(2), LGA174₃₋₂₅(3), LGA175_{13-15cm}(3), LGA176₀₋₂₀(7), LGA176^{0'6}(1), LGA177₀₋₁₈(3), LGA177^{0'6}(3), LGA178a(22), LGA178b₃₃₋₄₇(8), LGA178b^{0'6}(7), LGA179^{0'6}(3), LGA180(12), LGA180^{0'4}(10), LGA180^{0'6}(5), LGA195(6), LGA196(6), LGA197(3), LGA199a(8), LGA199b(11), LGA200a(2), LGA200b(5),

LGA200c(7), LGA201₀₋₁₅(12), LGA202₅₋₉(1), LGA202a'⁰⁶(4), LGA202b₁₀₋₁₃(2), LGA203_{3-11sup}(1), LGA204₂₄₋₃₇(6), LGA204top(2), LGA205_{12cmsup}(4), LGA205'⁰⁶_{12cmsup}(3), LGA206_{6cmsup}(2), LGA207_{10cmsup}(4), LGA208(5), LGA210(1), LGA211(5), LGA212₀₋₂₂(3), LGA212'⁰⁶₀₋₂₂(10), LGA213a(3), LGA213'⁰⁴a(8), LGA213'⁰⁴b(7), LGA216b(1), LGA217a₀₋₂₅(1), LGA218₄₅₋₅₂(2). Material publicado: Re1(5), MGUV5219-5223 y Re20, MGUV5224; CP/7, MGUV5972. Material figurado: CP/42, MGUV5364 y LGA174, MGUV5395.

Esta especie se describió y discutió previamente en dos publicaciones Liao *et al.* (2001: 29, 30) y Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 10).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Clausen *et al.* (1979), Sandberg *et al.* (1994), este taxón se conoce desde la Biozona *Costatus* (Eifeliense inferior) hasta la Zona MN4 (Frasniense Inferior); sin embargo, Narkiewicz & Bultynck (2010) estiman que el rango superior del taxón alcanza hasta el techo de la Biozona *Hermannii* Superior. Nuestros ejemplares pirenaicos comprenden desde la Biozona *Kockelianus* (Eifeliense superior) hasta la Biozona *Disparilis* Superior (Givetense Superior).

Sus hallazgos están ampliamente repartidos en Europa (Eifel, Harz, Montañas Renanas, Reino Unido, Ardenas, Pirineos y Alpes Cárnicos), Marruecos (Tafilalet y Maider), Norteamérica (Nueva York, Michigan, Indiana, Ohio, Ontario, Minnesota, Tennessee, Texas, Illinois, Utah, Manitoba, territorios del Yukón, Columbia Británica y Iowa), Asia Central (Tajikistán), SE de Asia (Guangxi y Malasia) y Australia (Nueva Gales del Sur y Queensland).

Polygnathus linguiformis mucronatus

Wittekindt, 1966

Figs. 7.9AA-AE, 7.10A-D

*1966 *Polygnathus linguiformis mucronata* n. subsp. Wittekindt, p. 636, lám. 2, figs. 13-15

2003 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt; Aboussalam, pp. 182, 183, pl. 17, figs. 11, 16, 17 (incluida sinonimia)

2008 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 11, figs. 4. E, F

2010 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt; Gouwy, pp. 144, 145, pl. 6, fig. 9 (sinonimia)

2013 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 39, 40, figs. 7N, O

Material.- 13 ejemplares provenientes de los siguientes niveles: Re53(1), CP/41a(1), CP/41b(1), CP/41c(2), CP/42a(1), CP/42c(1), CP/43c₁(1), CP/43f(1), CP/48(2), LGA201_{15 cm inf.}(1), LGA214b_{10 cm sup.}(1).

Material publicado: CP/41a, MGUV5984 y CP/41b, MGUV5985; LGA201_{15 cm inf.}, MGUV6176; LGA214b_{10 cm sup.}, MGUV6185 (ambos re-ilustrados). Material figurado: Re53, MGUV5276; CP/48(2), MGUV5365, 5366.

Descripción: Cuerpo principal simétrico, con márgenes paralelos y contorno subrectangular en los dos tercios anteriores y subtriangular en el posterior, coincidiendo con un fuerte estrechamiento del mismo y, en ocasiones, con el desarrollo de una lengüeta. Lámina libre recta, formada por 7 dentículos ovales comprimidos lateralmente.

Carena compuesta por 8-10 dentículos, de sección oval a circular que pueden estar fusionados parcialmente en una cresta, pero con extremos conectados individualmente. La carena es recta hasta las dos terceras partes de la longitud y luego, se curva ligeramente hacia el lado interno; en algunos ejemplares, el tercio posterior de la carena desaparece y es sustituido por una lengüeta estrecha, de borde posterior agudo y ornamentada por débiles crestas transversales ampliamente espaciadas.

Plataforma ornamentada por nodos marginales (en el lado interno) y crestas transversales cortas (en el lado externo).

Surcos adcarenales profundos que desaparecen en el tercio posterior.

En vista lateral, la unidad está fuertemente arqueada aboralmente. La altura de los denticulos de la carena decrece posteriormente.

Cavidad basal cordiforme u oval, localizada al comienzo de la plataforma anterior. Surco basal anterior ancho, profundo y de márgenes sub-paralelos. Quilla posterior curvada, ancha y parcialmente surcada.

Discusión: Esta subespecie se caracteriza principalmente por el desarrollo reducido de la plataforma, por la presencia de una lengüeta estrecha que se inclina hacia el lado interno y por la localización más adelantada de la cavidad basal. En función del tipo de plataforma, contorno del margen externo y lengüeta, de nuestro material pirenaico y las ilustraciones de las publicaciones podemos reconocer dos formas. Una forma de ellas se reconoce por poseer el margen externo recto (Figs. 7.10A, B, MGUV6176) y, espécimen original de Ziegler & Klapper (1976: pl. 4, fig. 21) y la otra por el margen externo curvado (Figs. 7.10C, D, MGUV6185), o el espécimen original de Ziegler & Klapper (1976: pl. 4, fig. 20).

La subespecie se describió y discutió en detalle en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 11 y 2013: 360).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según (Weddige 1977) esta subespecie aparece en la base de la Biozona *Rhenanus/Varcus* y alcanza hasta la parte media de la Biozona *Semialternans/Latifossatus*; sin embargo; Bardashev & Ziegler (1985) & Aboussalam (2003) citan su rango superior hasta la Biozona *Hermanni*.

Se registra en Europa (Pirineo Central, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Montañas Renanas, Alpes Cárnicos), Marruecos (Anti-Atlas, Meseta), Norteamérica (Nevada, Nueva York, Territorios de NO de Canadá, Great Slave Lake, Columbia Británica), Asia Central

(Tajikistán, Zheravshan), SE de Asia (Guangxi) y en Australia (Queensland).

Polygnathus linguiformis weddigei

Clausen, Leuteriz & Ziegler, 1979

Figs. 7.10E-H

1976 *Polygnathus linguiformis linguiformis* morfotipo "δ" Ziegler et al., p. 123, pl. 4, figs. 4-8

1979 *Polygnathus linguiformis weddigei* n. subsp. Clausen et al., p. 30, pl. 1, figs. 4, 9-12 (re-figurado en Ziegler & Klapper, 1976)

2003 *Polygnathus linguiformis weddigei* Clausen et al., 1979.- Aboussalam, p. 184, pl. 17, figs. 12-15 (con lista parcial de sinonimia)

2008 *Polygnathus linguiformis weddigei* Clausen et al., 1979.- Liao & Valenzuela-Ríos, p. 10, tabs. 1A, B, fig. 3A

2010 *Polygnathus linguiformis weddigei* Clausen et al., 1979.- Gouwy, pp. 145, 146, pl. 6, fig. 10 (con sinonimia)

Material: 25 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: Re1(5), Re5(2), Re42⁰⁴(1), Re48(2), Re49(1); CP/-1(1), CP/10(1), CP/13(1), CP/14⁰²(1), CP/16(1), CP/16⁰²(1), CP/19^{02a}(1), CP/21(1), CP/41b(1); LGA197(2), LGA190₁₀₋₁₄(1), LGA185(1), LGA184(1).

Material publicado: CP/-1, MGUV5970. Material figurado: Re49, MGUV5328; CP/16, MGUV5367.

Descripción: Cuerpo principal esbelto, con forma de una hoja laminada y asimétrica y con márgenes convexos. Borde posterior agudo. La región posterior de la plataforma externa se curva suavemente hacia el lado interno. El grosor de la lámina libre es mayor que el de la lámina fija.

Lámina libre recta, formada por 5-7 denticulos, de sección oval, agudos en sus extremos y comprimidos lateralmente. El segundo y tercer denticulo son los más altos.

Carena anterior formada por 3-4 denticulos fusionados, más altos y menos afilados que los 7-9 denticulos que forman en la carena posterior. La carena posterior se curva posteriormente hacia el lado interno.

Plataforma ornamentada por dentículos gruesos marginales o crestas transversales cortas a largas, que a veces, llegan a unirse con la carena posterior; en el extremo posterior se llega a desarrollar una corta y estrecha lengüeta con tres a cuatro filas transversales que normalmente están interrumpidas por la carena posterior, la cual suele alcanzar el extremo posterior. Las crestas transversales de la plataforma externa están ampliamente espaciadas y se disponen radialmente. Los márgenes anteriores de la plataforma son curvados o ligeramente oblicuos respecto al semieje de la lámina libre y carenas. Surcos adcarenales lisos, anchos y someros.

En vista lateral los extremos se doblan aboralmente, siendo la curvatura de la lengüeta más marcada. La lámina libre es muy alta. Márgenes de la plataforma más bajos que la carena.

Cavidad basal de tamaño pequeño, en forma lacrimonal (invertido) con reborde, situada en la parte anterior de la plataforma. Anteriormente se continúa en un surco ancho, de márgenes subparalelos que se cierra distalmente. Posteriormente en una quilla elevada, parcialmente surcada. En los ejemplares con cuerpo basal adherido, éste es alargado y ocupa casi toda la extensión de la plataforma.

Discusión: *P. l. weddigei* se caracteriza principalmente por la presencia de crestas transversales dispuestas radialmente y la curvatura suave de la parte posterior de la plataforma hacia el lado interno a la vez que se reclina aboralmente.

El mayor desarrollo de la lengüeta, que llega a interrumpir la carena posterior, el gran desarrollo de las crestas en el lado externo y el fuerte giro interno de éste son los principales caracteres que permiten separar *P. l. klapperi* de *P. l. weddigei*.

Nuestros ejemplares tienen cierto parecido con los ejemplares figurados por Ziegler *et al.* (1976, lám. 4, figs. 5-8) pero se diferencian en que tienen los márgenes

anteriores de la plataforma curvados u oblicuos, mientras que los otros son más bien rectos.

El ejemplar figurado por Walliser & Bultynck (2011, lám. 13, figs. 10-11) se parece bastante a los nuestros en el contorno general de una hoja laminada y asimétrica, presencia de crestas transversales y los márgenes anteriores de la plataforma son curvados.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (1987) y Belka *et al.* (1997), Walliser & Bultynck (2011) esta especie tiene un rango que comienza en la Biozona *Hemiansatus* y alcanza la Biozona *Ansatus*; sin embargo, para Bardashev & Ziegler (1985) y Lane *et al.* (1979), el rango superior de la especie podría alcanzar hasta la Biozona *Hermannii*. Nuestros ejemplares tienen un rango comprendido entre las biozonas *Hemiansatus* (la parte superior) y *Ansatus*; sin embargo, Gouwy *et al.* (2013) y Liao & Valenzuela-Ríos (2013) extienden el rango superior hasta la Biozona *Semialternans/Latifossatus*.

Este taxón se ha registrado en Europa (Pirineo Central, Montañas Renanas, Montaña Negra, Alpes Cárnicos), Marruecos (Anti-Atlas, Meseta), Canadá (Territorios del NO), Asia Central (Tajikistán), y Australia (N. de Queensland).

***Polygnathus linguiformis* ssp.**

Liao & Valenzuela-Ríos, 2013

Figs. 7.10I, J

2013 *Polygnathus linguiformis* ssp. Liao & Valenzuela-Ríos, p. 360, fig. 7P

Material: Único ejemplar del nivel LGA171, MGUV6177. Material figurado y re-ilustrado.

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de aspecto subovalado. La relación de la lámina libre con respecto a la plataforma es de 1:5.

Lámina libre recta y corta, con una cresta formada por 3 a 4 dentículos fusionados.

Carena anterior recta, compuesta por 3-5 denticulos de sección circular, conectados por una débil cresta. Carena posterior ligeramente curvada, formada por 6-7 denticulos de sección circular y bien definidos que decrecen en tamaño distalmente y que desaparecen al comienzo de la lengüeta; ésta es corta, triangular y está cubierta por tres crestas transversales que se inclinan hacia el lado interno.

Plataforma ornamentada por débiles crestas trasversales cortas. La anchura de la plataforma externa es casi el doble de la interna. El margen externo de la plataforma es subcircular. La mitad posterior de la plataforma se inclina hacia el lado interno y a su vez, está arqueado aboralmente. Los márgenes anteriores de la plataforma se conectan con la lámina libre en diferentes puntos, siendo el interno más adelantado.

En vista lateral la unidad está arqueada aboralmente, especialmente su porción posterior.

Cavidad basal pequeña, de forma circular y labiada finamente. Surco basal anterior recto, profundo y limitado por bordes paralelos; surco posterior curvado, estrecho, somero y poco marcado.

Discusión: La combinación de características como el contorno, el desarrollo de la lengüeta, el marcado carácter asimétrico de la plataforma y la práctica ausencia (débil desarrollo) de surcos adcarenales separa nuestro espécimen de otras subespecies conocidas de *P. linguiformis*.

Polygnathus ljaschenkoi

Kuzmin, 1995

2012 *Polygnathus ljaschenkoi* Kuzmin; Liao & Valenzuela, p. 834, fig. 6AC-AD (con lista de sinonimia)

Material: Un único ejemplar del nivel Amp2, MGUV6106, ya publicado.

Se describe y discute esta especie en la publicación de Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 834).

Distribución estratigráfica y geográfica: el rango de esta especie está limitado a la Biozona *Falsiovalis*. Se registra únicamente en el Pirineo Central Español y en las Plataformas Rusas (partes del N y E).

Polygnathus ordinatus

Bryant, 1921

Figs. 7.10K-N

*1921 *Polygnathus ordinatus* n. sp. Bryant 24, lám. X, figs. 10 y 11

2001 *Polygnathus ordinatus* Bryant; Liao *et al.* 32 y 33, lám. 4, figs. 15-17, 25 (incluida sinonimia)

2003 *Polygnathus ordinatus* Bryant; Aboussalam, pp. 186, 187, lám. 19, fig. 15 (parcial sinonimia)

Material: 114 ejemplares de los siguientes niveles de dos secciones: Re56(38), Re56/01(21), Re56⁰²(9), Re57(9), Re57⁰⁴(1), Re55+420/00(1), Re60(1) y Re62(18), Re55+675/00(3), Re69 (3); CP/64a(3), CP/64(3), CP/64⁰⁴(4).

Material publicado: Re62(2), MGUV5252-5253. Material figurado: Re56, MGUV5329 y Re57⁰⁴, MGUV5330. Resto del material: Re56⁰¹, MGUV5281.

Para la descripción y discusión de la especie ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2001: 32, 33)

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie tiene un rango que comienza de la Biozona *Disparilis* y llega hasta la de *Transitans* (Según Sandberg *et al.*, 1994); sin embargo, Klapper (1997) lo limita a la zona MN2. Nuestros ejemplares aparecen en el intervalo de la biozona *Disparilis* Superior a la base de la Zona MN3 (Klapper 1989).

Se ha registrado en Europa (Pirineos, Montañas Renanas, Harz y Montañas de Santa Cruz), en el SE de Marruecos (Tafilalest), Norteamérica (Illinois, Iowa, Nueva York, Mackenzie y Texas) y Asia (Tajikistán y Guangxi).

Polygnathus ovatinodosus

Ziegler & Klapper (en Ziegler *et al.*, 1976)

Figs. 7.10 O, P

*1976 *Polygnathus ovatinodosus* n. sp. Ziegler & Klapper, 124, lám. 4, fig. 25

1985 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Hou *et al.*, pp. 45, 46, lám. 13, figs. 13-16

1986 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; García-López, pp. 95-96, lám. 12, figs. 14-25 (con listado parcial de sinonimia)

1988 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Hou *et al.*, p. 330, lám. 133, figs. 3-4

1991 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Bardashev, p. 76, lám. 1, fig. 16

1992 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Bardashev, lám. 5, figs. 39, 42-48

1995 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Sanz López, p. 507, lám. 30, figs. 17-18

1995 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Hüneke, p. 122, lám. 1, fig. 17

1998 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Rogers, p. 732, figs. 4.11-4.12

1999 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Sparling, p. 899, figs. 3.37-3.38

2003 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Aboussalam, p. 187, lám. 15, fig. 16

2010 *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler & Klapper; Narkiewicz & Bultynck, p. 622, tablas 2, 3 y 6, figs. 19.9 y 19.10

Material: 4 ejemplares en los siguientes niveles: CP/45c(3), CP/46b(1). Material figurado: CP/45c, MGUV5368

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de contorno ovalado. La máxima anchura se sitúa en la mitad posterior. Borde posterior agudo.

Lámina libre ligeramente más corta que el cuerpo principal, provista de 8-9 dentículos de sección oval, comprimidos lateralmente; los cuatro dentículos primeros son aproximadamente iguales y más altos que el resto.

Carena anterior recta, compuesta por 4 a 5 dentículos de sección oval. Carena posterior curvada, constituida por 6 a 7 dentículos semiesféricos que disminuyen en tamaño distalmente.

Plataforma ornamentada por nódulos finos a gruesos, o débiles crestas transversales. En los márgenes de la plataforma, sobre todo en la mitad anterior, los nodos se fusionan, insinuando la existencia de débiles crestas cortas, mientras que la región posterior está cubierta por nodos aislados. Surcos adcarenales estrechos y profundos en la región rostral y someros posteriormente. Los márgenes anteriores son cóncavos. Plataforma externa más desarrollada que la interna. El borde externo de la plataforma posterior se curva hacia el lado interno.

En vista lateral, la unidad se curva ligeramente en sus extremos aboralmente. Los márgenes de la plataforma son ligeramente más bajos que la carena anterior en la región rostral.

Cavidad basal de tamaño mediano, y forma subcircular, labiada y localizada en la mitad de la región anterior (rostral). Se continua anteriormente por una quilla surcada y recta y posteriormente por una quilla curvada, ligeramente surcada. Eje oro-aboral situado en el tercio anterior del cuerpo principal.

Discusión: Esta especie se caracteriza principalmente por la presencia de una plataforma ovalada, una ornamentación diferente en las dos mitades de la plataforma; además, por la presencia de un estrechamiento en la región anterior.

Los surcos adcarenales de *P. ovatinodosus* son más superficiales en la región rostral que los de *P. ansatus*; además el primero posee una ornamentación más densa de nodos.

P. dubius se diferencia de *P. ovatinodosus* en que la lámina libre es ligeramente más corta y los dentículos crecen en altura anteriormente; además, la región rostral está más desarrollada.

P. eiflii se diferencia de *P. ovatinodosus* por la ornamentación nodosa más densa, una región rostral más larga con surcos rostrales diagonales definidos, el surco

anterior externo más largo, desplazado distalmente y el margen externo posterior más ancho.

La diferencia de esta especie con *P. tafilensis* se comentan más abajo.

Nuestros ejemplares pirenaicos se parecen mucho al holotipo, las formas citadas por García-López (1986), Hou *et al.* (1988), Sanz-López (1995) y Hünecke (1995). Difieren bastante de las formas citadas por Bardashev (1991) y Aboussalam (2003), en el contorno de la plataforma, puesto que son más anchos y la ornamentación más complicada.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Ziegler *et al.* (1976), esta especie tiene un rango que comienza en el techo de la Biozona *Ansatus* y llega hasta la de *Norrisi*; sin embargo, Sparling (1995), Gouwy *et al.* (2013) bajan su rango inferior hasta la base de *Ansatus*; además, según Klapper & Johnson (1980) y Gouwy & Bultynck (2003), *P. ovatinodosus* tiene el mismo rango inferior que *P. ansatus*. Nuestros ejemplares se encuentran entre las biozonas *Semialternans/Latifossatus* y *Hermanni* Inferior.

Ejemplares de la especie se citaron en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Montañas Renanas, Harz y N. de Cornwall), Marruecos (Tafilalet y Maider), Norteamérica (Illinois, Indiana, Manitoba, Iowa, Ohio y Nevada), Asia Central (Turkestán, Tajikistán, Zheravshan-Hissar) y SE de Asia (Sichuan y Guangxi).

Polygnathus pennatus

Hinde, 1879

Figs. 7.10 Q-S

*1879 *Polygnathus pennatus* n. sp.; Hinde 366, lám. 17, fig. 8

1976 *Polygnathus pennatus* Hinde; Ziegler & Klapper (en Ziegler *et al.*), lám. 4, figs. 15, 16

1980 *Polygnathus pennatus* Hinde; Bultynck & Hollard, p. 45, lám. 8, fig. 11

1985 *Polygnathus pennatus* Hinde; Schönlaub, p. 372, lám. 6, figs. 25, 26

1985 *Polygnathus pennatus* Hinde; Hou *et al.*, p. 46, lám. 14, figs. 1-6

1988 *Polygnathus pennatus* Hinde; Hou *et al.*, p. 331, lám. 128, fig. 1; lám. 130, fig. 8

2001 *Polygnathus pennatus* Hinde; Liao *et al.* 33 y 34, lám. 4, figs. 20 y 21 (incluida sinonimia)

2003 *Polygnathus pennatus* Hinde; Aboussalam, pp. 184, 185, lám. 19, fig. 4 (parcial sinonimia)

Material: 466 ejemplares en los siguientes niveles de 6 secciones que se detallan a continuación:

Sección Renanué: Re55+260'⁰⁰(1), Re56(2), Re56'⁰¹(7), Re57(1), Re62(14).

Sección Compte: CP/58(3), CP/58b(2), CP/58b'⁰²(3), CP/59(6), CP/59'⁰²(6), CP/59'⁰⁴(49), CP/59^{top}'⁰²(7), CP/60a(8), CP/60b(32), CP/60(15), CP/60c(17), CP/60d(5), CP/61(19), CP/61'⁰⁴(23), CP/62a(10), CP/62(54), CP/63₄₋₁₄(10), CP/63(10), 63₃₉₋₄₅(8), CP/64a(12), 64₂₅₋₂₈(4), CP/64(19), CP/64'⁰⁴(5), CP/65(5).

Secciones La Guàrdia d'Ares: LGA219'⁰⁶(6), LGA220_{17cmsup}(1), LGA220'⁰⁶_{17cmsup}(3), LGA220₈₋₁₆(2), LGA220₄₆₋₅₁(2), LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀(2), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(5), LGA222₁₀₋₁₆(5), LGA222'⁰⁶₁₀₋₁₆(6), LGA-I/1a(4), LGA-I/1b(4), LGA-I/1c(25), LGA-I/1c'⁰⁶(4), LGA-I/2(3), LGA-I/3(4), LGA-I/4(5), LGA-I/5(5), LGA-I/6a(4), LGA-I/6b(2), LGA-I/9a(4).

Sección Ampriú: Amp1(1), Amp5(1).

Sección Basibé: Basibé1'⁰⁴(3), Basibé2'⁰⁴(3), Basibé3(1), Basibé3'⁰⁴(5), Basibé4'⁰⁴(2).

Material publicado: Re62, MGUIV5254. **Material figurado:** Basibé2'⁰⁴, MGUIV6138 y Basibé3'⁰⁴, MGUIV6139.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico. Contorno subromboidal con un estrechamiento anterior bien marcado. Anchura máxima de la plataforma hacia la mitad de la longitud. Borde posterior agudo. Relación entre el cuerpo principal y lamina libre es de 1:1.

Lámina libre completa o parcialmente conservada, formada por 6 a 7 denticulos, de sección oval, comprimidos lateralmente.

Carena anterior, constituida por una cresta, que en algunos ejemplares está formada

por 4 a 5 dentículos pequeños, algo comprimidos lateralmente y en otros es lisa; esta cresta ocupa una posición más baja entre la lámina libre y la carena posterior. Carena posterior, con 8 a 10 dentículos de sección circular u oval decreciendo en tamaño distalmente; recta en su mitad proximal, seguida de un ligero curvamiento distalmente.

Plataforma ornamentada por crestas transversales, junto a escasos y pequeños nodos hacia la mitad posterior. La región rostral suele tener nodos marginales o crestas ligeramente oblicuas, convergentes anteriormente. Surcos adcarenales largos, lisos, más estrechos y profundos en la parte anterior. En algunos ejemplares, se observan surcos marginales anteriores largos, cóncavos hacia abajo. Puntos de geniculación opuestos, con un dentículo afilado. Márgenes laterales de la plataforma gruesos, creando un pequeño reborde elevado. El paso de la plataforma anterior a la posterior se resalta por una constricción marcada en ambos lados.

En vista lateral, la unidad se curva hacia el lado aboral. Márgenes de la plataforma crenulados y ligeramente más bajos que la carena posterior.

Eje oro-aboral localizado al final de la plataforma anterior. Cavidad basal pequeña, alargada y labiada; se continua en dos quillas elevadas, la anterior recta y la posterior curvada.

Discusión: Esta especie presenta una gran variedad de formas, y en ocasiones puede ser confundida con *P. rugosa*; de hecho, en los últimos 30 años muchos autores han sinonimizado los dos taxones; sin embargo nosotros, siguiendo la tradición de los primeros autores, preferimos mantener la distinción entre ambos. Las diferencias se comentan en la descripción de *P. rugosa*.

Además de lo mencionado allí, *P. pennatus* se diferencia de *P. dubius* por presentar dos constricciones marcadas a ambos lados de la plataforma y desarrollar un reborde

lateral debido al mayor grosor de los márgenes laterales. También, los márgenes de la región anterior de la plataforma tienden a ser paralelos a la carena en *P. dubius*, mientras que en *P. pennatus* tienden a converger anteriormente.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Klapper *et al.* (1973), Sandberg *et al.* (1994) y Klapper (1997), esta especie tiene un rango desde la base de la Biozona *Hermanni* Inferior a la de *Transitans* (Zonas MN4 de Klapper 1989); sin embargo Königshoff & Picha (1991) modifican tanto su aparición como su extinción, considerando que el rango se sitúa entre las biozonas *Falsiovalis* y *Punctata*. Nuestros ejemplares van desde la Biozona *hermanni* Superior a la Zona MN4 (Klapper 1989).

Este taxón se registró en Europa (Pirineos, Montaña Negra, Montañas Renanas, Alpes Cárnicos), Marruecos (Tafilalest y Maider), Norteamérica (Nueva York y Texas), y SE de Asia (Sichuan y Guangxi).

Polygnathus pseudoeiflii

Walliser & Bultynck, 2011

Figs. 7.10Z-AA

2010 *Polygnathus* aff. *eiflii* Bischoff & Ziegler; Gouwy, p. 141, lám. 5, fig. 8

2011 *Polygnathus pseudoeiflii* n. sp. Walliser & Bultynck, p. 11, lám. 1, figs. 3-5

2013 *Polygnathus pseudoeiflii* Walliser & Bultynck; Gouwy *et al.*, fig. 4H

Material: un sólo ejemplar encontrado en el nivel Re '04, MGUV5264.

Descripción: Cuerpo principal muy asimétrico con la plataforma externa muy ancha y de contorno semicircular en la mitad posterior. Lámina libre incompleta, ligeramente curvada y está formada al menos por 6 dentículos ligeramente fusionados y comprimidos lateralmente.

Plataforma anterior con un "rostrum" muy estrecho, de márgenes subparalelos a la carena. El rostrum ocupa el tercio anterior de la longitud de la plataforma. Carena anterior formando una cresta continua de

dentículos fusionados, comprimidos lateralmente y de número difícil de determinar. Carena posterior formada por una fila curvada, de al menos, 6 dentículos afilados, unidos por una fina cresta. Surcos adcarenales más profundos en la parte anterior que en la posterior. El punto de geniculación interno parece más adelantado que el externo. La ornamentación dificulta su apreciación, debido al relleno parcial de la matriz en la cara superior de la plataforma.

En vista lateral el conjunto es ligeramente plano-convexo, a excepción de la flexión aboral de la parte posterior.

Cavidad basal más o menos simétrica, de forma ovalada y labiada, localizada en el tercio anterior de la plataforma. Quilla anterior surcada, estrecha, curvada y profunda; quilla posterior elevada y muy curvada.

Discusión: esta especie comparte ciertas características de *P. eiflius*, sobre todo en la presencia de un rostrum bien desarrollado y márgenes de la plataforma anterior subparalelos o diagonales; sin embargo, *P. pseudoeiflius* presenta un desarrollo más amplio en la plataforma posterior externa, de contorno subcircular; además, la trayectoria de las carenas cambia siendo la anterior, más recta y la posterior, curvada. Si comparamos con las formas marroquí asignadas al holotipo y paratipos o incluso la citada en la sección de Villech, nuestro ejemplar pirenaico se caracteriza con un menor grado de desarrollo en la plataforma posterior externa, pero la presencia del rostrum y la trayectoria curvada de la carena posterior es determinante para clasificarlo como *P. pseudoeiflius*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Walliser & Bultynck (2011), el rango de esta especie va desde la biozona *Kockelianus* a la de *Timorensis*. El registro en el Pirineo Central queda restringido al intervalo entre las biozonas *Ensensis* (sección de Renanué) y la parte inferior de

la de *Ansatus* (sección de Villech, ver Gouwy et al., 2013).

Este taxón se encontró en Europa (Pirineos) y en Marruecos (Tafilalet).

Polygnathus pseudofoliatus

Wittekindt, 1966

Figs. 7.10 T-Y

- *1966 *Polygnathus pseudofoliatus* n. sp.; Wittekindt 637, lám. 2, figs. 19-23
- 1971 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Orr, pp. 52-53, lám. 4, figs. 18-22
- 1975 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Telford, pp. 50-51, lám. 9, figs- 1-12
- 1999 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Sparling, p. 899, figs. 3.17-3.19
- 2001 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Liao et al., pp 34 y 35, lám. 3, figs. 1-5, 7,10-12, 14-17 (incluida sinonimia)
- 2010 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Gouwy, pp. 147, 148, lám. 5, figs. 1-5, 7 (incluida sinonimia)
- 2011 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Walliser & Bultynck, p. 11, lám. 1, figs. 1 y 2
- 2012 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 834, 835, fig. 6AE-AF (incluida sinonimia).

Material: 191 ejemplares de los siguientes niveles: Re⁰⁴(25), Re-8(5), Re-7(3), Re-5(57), Re-2(2), Re0(1), Re1(86), Re7(1), Re8(3), Re10(1), Re15(3); LGA180⁰⁴(2), LGA214c8cm sup(1) y Amp14a(1).

Material publicado: Re1(6), MGUV5230-5233, 5235, 5236; Amp14a, MGUV6109. *Material figurado:* Re-5(2), MGUV5331, 5266; LGA214c8cm sup, MGUV5396.

Esta especie se describió y discutió previamente en las siguientes publicaciones: Liao et al. (2001: 34, 35) y Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 834, 835).

Discusión: La especie se caracteriza por la gran variación morfológica. Sparling (1995: 1136, 1137) en los materiales de Plum Brook (N y centro de Ohio) reconoció 4 subespecies: A-D, que fueron descritas con sus correspondientes diagnosis. Estas formas procedían de diferentes niveles, por

tanto tenían valor bioestratigráfico. Posteriormente, Walliser & Bultynck (2011: 11) estudiando los materiales del SE de Marruecos (en las regiones de Tafilalet y Maider) reconocieron 2 morfotipos: α y β , que se diferencian en el grado de desarrollo de la plataforma, de la región rostral, de los surcos adcarenales y de la ornamentación.

Comparando las subespecies y morfotipos definidos por los anteriores autores, nuestros ejemplares pirenaicos comparten más similitud con las formas marroquíes en las siguientes características: contorno de la plataforma, ornamentación y desarrollo de la región rostral y de los surcos adcarenales; sin embargo, en nuestros ejemplares la lámina libre es ligeramente más larga que la plataforma.

Distribución estratigráfica y geográfica: Para Weddige (1977) esta especie aparecería en la parte superior de la Biozona *Kockelianus* (Eifeliense) y llegaría hasta la de *Rhenanus/Varcus*; sin embargo, Klapper & Ziegler (1979) extienden su aparición a la base de la Biozona *Australis*, y algunos autores amplian su rango hasta el techo de la Biozona *Ansatus* (Austin *et al.*, 1985) o a la de *Hermanni* (Aboussalam & Becker, 2007). Walliser & Bultynck (2011) citan rangos diferentes para los dos morfotipos reconocidos. La forma α iría de la Biozona *Kockelianus* a la de *Ansatus*. La forma β en cambio se extendería de la base de la Biozona *Australis* a la de *ansatus*. En nuestro material se reconocen ambos morfotipos y en general se extienden desde las biozonas *Kockelianus* (Eifeliense Superior) a la de *Hermanni* (Givetense Superior).

La especie se conoce desde Europa (Cordillera Cantábrica, Pirineos, Montañas Renanas, Eifel, Boulonnais, Ardenas y Cerdeña), Marruecos (Tafilalet y Maider), Norteamérica (Nueva York, Ohio, Indiana, Michigan, Kentucky y Territorios del NO de Canadá) y Australia (N. de Queensland y Nueva Gales del Sur).

Polygnathus rhenanus

Klapper, Philip & Jackson, 1970

Figs. 7.10AB-AE

- *1970 *Polygnathus rhenanus* sp. nov.; Klapper *et al.*, p. 654, lám. 2, figs. 13-15, 19-22
- 1988 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Sparling, p. 15, figs. 18.11
- 1994 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Bai *et al.*, pp.181, 182, lám. 22, figs. 17, 18
- 1998 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Spalleta & Perri, lám. 2.1.1, fig. 2 a-b
- 1999 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*; Lazreq, p. 83, lám. 1, fig. 5, 7, 8 (non 6)
- 2001 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Liao *et al.*, pp. 35, 36, lám. 4, figs. 1-3 (incluida sinonimia)
- 2003 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Aboussalam, p. 188, lám. 15, figs. 7-8
- 2007 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Narkiewicz & Bultynck, pp. 426, 429, tab. 5, fig. 9B, E
- 2008 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 9, tablas 1A-B, figs. 3M-P
- 2010 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Gouwy, p. 43, lám. 6, figs. 4a, b (parcial sinonimia)
- 2011 *Polygnathus rhenanus* Klapper *et al.*; Narkiewicz & Bultynck, p. 603, tabs. 2, 5 (sin ilustración)

Material: 362 ejemplares de los siguientes niveles: Re5(4), Re6(7), Re7(11), Re8(15), Re9(56), Re9⁰²(26), Re10(21), Re11(5), Re12(5), Re13(4), Re15(38), Re16(1), Re18(4), Re19(11), Re19/00U(4), Re20 (32), Re20⁰²(1), Re23(6), Re24(3), Re25(2), Re27(10), Re28(3), Re31(5), Re33(1), Re41base(1), Re41top(1), Re42(33), Re43(1), Re45(1), Re48(1), Re49(6), Re51(3), Re52(3), Re53(1), Re54(4), Re55(2), Re55+50⁰⁰(1); CP/5(1), CP/6(1), CP/7(4), CP/7top(1), CP/9(2), CP/10⁰²top(2), CP/11(2), CP/12(1), CP/13(1), CP/13⁰²(1), CP/14(4), CP/14⁰²(2), CP/16(1), 27b(1), 41a(1), 43 f(1); LGA196(1), LGA193(1), LGA189top(1).

Material publicado: Re5, MGV5243; CP/5, MGV5977; CP/14, MGV5978. **Material figurado:** Re9⁰², MGV5332; CP/14⁰², MGV5369. **Resto del material:** Re8, MGV5270.

Para descripción y discusión de esta especie: ver Liao *et al.* (2001: 35, 36) y Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 10).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bultynck (1987) y Narkiewicz & Bultynck (2010), esta especie tiene un rango de la base de la Biozona *Rhenanus/Varcus* al techo de la de *Ansatus*; sin embargo, García-López (1986) extiende el rango superior a la Biozona *Semialternans/Latifossatus*. Nuestros ejemplares se registra desde la base de la Biozona *Rhenanus/Varcus* a la de *Semialternans/Latifossatus*.

La especie se registra en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Montañas Renanas, Ardenas Alpes Cárnicos, Radom-Lublin), en Marruecos (Tafilalet y Maider), en Norteamérica (Nueva York, Ohio, Indiana y Michigan), en el SE de Asia (Guangxi) y en Australia (Nueva Gales del Sur).

***Polygnathus rugosa* Huddle, 1934**

Figs. 7.10AF-AG, 7.11A-D

*1934 *Polygnathus rugosa* n. sp.; Huddle, lám. 8, figs. 12, 13

2001 *Polygnathus rugosa* Huddle; Liao *et al.* 38, lám. 17, figs. 9-11, 15 (incluida sinonimia)

Material: 12 ejemplares en los siguientes niveles Re62(2), Re55+675'⁰⁰(3); LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀(1), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(1); Basibé2'⁰⁴(3), Basibé4(2). Material publicado: Re62, MGV5255. Material figurado: CP/59'⁰², MGV5370; LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀, MGV5397, Basibé2'⁰⁴, MGV6140.

La descripción de la especie se encuentra en Liao *et al.* (2001: 38).

Discusión: Muchos autores consideran a los taxones *P. pennatus* y *P. rugosa* como pertenecientes a un mismo grupo, denominado "grupo *pennatus*" y que engloba muchas formas. A pesar de su similitud morfológica, los caracteres mencionados a continuación permiten diferenciarlos; por eso nosotros preferimos

por el momento mantener las dos formas separadas.

Plataforma más ancha y simétrica en *P. rugosa* que en *P. pennatus*. Crestas más largas, alcanzando casi la carena, y con disposición claramente más radial. Surcos adcarenales más estrechos y someros. Ausencia de fuertes constricciones en la mitad anterior de la plataforma. Los márgenes laterales de *P. pennatus* son más gruesos, lo que origina que estos ejemplares tengan en vista lateral un aspecto comparativamente más alto.

Distribución estratigráfica y geográfica: Debido a la sinonimización de los taxones *P. pennatus* y *P. rugosa* mencionada anteriormente, no se conoce con exactitud el rango de *P. rugosa*. La única cita que menciona los rangos relativos de estos dos taxones (Bischoff & Ziegler, 1957) indica que *P. rugosa* se limita a la parte superior del rango de *P. pennatus*. Los ejemplares figurados por Racki & Bultynck, 1993 (lám. 4, figs. 9-11) considerados por nosotros como *P. rugosa*, se localizan en la parte más alta de la biozona de *falsiovalis* y en la más baja de la de *Transistans*. Nuestros hallazgos, claramente frasnienenses, también indican que *P. rugosa* tiene un rango más limitado que *P. pennatus*, y se restringe a la parte alta del de éste. El taxón se registró en Europa (Montañas Renanas, Harz, Montañas de Santa Cruz y Pirineos) y en Norteamérica (Indiana).

Polygnathus tafilenis

Aboussalam & Becker, 2007

Figs. 7.11 E-J

2007 *Polygnathus tafilenis* n. sp. Aboussalam & Becker, p. 370, figs. 5P-T

2010 *Polygnathus* cf. *tafilensis* Aboussalam & Becker; Gouwy, p. 151, pl. 9, fig. 2

2013 *Polygnathus tafilenis* Aboussalam & Becker; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 360, 361, fig. 8A

Material: Cinco ejemplares pertenecientes a los siguientes niveles: CP/60(1), CP/61(1), LGA221₁₉₅₋₂₀₀(1), Basibé 4'⁰⁴(2).

Material publicado: LGA221¹⁹⁵⁻²⁰⁰, MGUV6178. Material figurado: CP/60, MGUV5371 y Basibé4⁰⁴, MGUV6141.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico, aplanado y de contorno ovalado. Anchura máxima de la unidad en el tercio posterior. La lámina libre es ligeramente más corta que la plataforma.

Lámina formada por 10 a 12 dentículos, de sección oval comprimidos lateralmente; los 4 primeros se inclinan hacia el anterior y los 3 a 4 posteriores se fusionan en una débil cresta.

Carena ligeramente curvada, constituida por 10 dentículos, de secciones oval a circular, parcialmente fusionados y con extremos conectados por una cresta; la altura de los dentículos decrece hacia el posterior.

Plataforma ornamentada por nodos finos que se distribuyen irregular a ambos lados de la carena o también por crestas transversales débiles y cortas en la parte anterior de la plataforma. Desarrollo incipiente del “rostrum” en los márgenes anteriores de la plataforma. Surcos adcarenales anteriores cortos, estrechos y someros. El lado externo de la plataforma posterior está más desarrollado que el interno.

En vista lateral la unidad se curva hacia el lado aboral. Los márgenes anteriores de la plataforma son más altos que los posteriores.

Eje oro-aboral localizado hacia la mitad de la plataforma anterior. Cavidad basal pequeña, cordiforme y labiada asimétricamente; se continua en dos surcos estrechos y paralelos, el anterior recto y el posterior curvado.

Discusión: *P. tafilensis* se diferencia de *P. dubius* en la relación de longitudes entre la lámina y la plataforma, ya que en la primera es de 1:2, mientras que en la segunda es de 1:3. Además, en *P. dubius* se desarrolla un rostrum muy marcado, una carena gruesa y crestas transversales bien definidas.

P. tafilensis comparte con *P. ovatinodosus* las siguientes características: presencia de una plataforma aplanada, de contorno ovalado, lámina libre igual o más corta que la plataforma y cavidad basal localizada en la región anterior; sin embargo, la primera tiene un rostrum más corto y los surcos adcarenales son también más cortos y someros. Esto sugiere que *P. tafilensis* evolucionó a partir de *P. ovatinodosus*.

La plataforma de nuestros ejemplares presenta un desarrollo asimétrico menor que el holotipo, pero similar al de los paratipos.

Para la descripción y discusión de la especie ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 360, 361).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según (Aboussalam & Becker, 2007), esta especie tiene un rango que comienza desde la Biozona *Dengleri* y alcanza la Zona MN1 de Klapper (1989). Nuestros ejemplares abarcan un intervalo comprendido entre las Zonas MN 1 y 2 de Klapper (1989).

Se registra actualmente en el Pirineo Central Español y en Marruecos (Anti-Atlas).

Polygnathus timorensis

Klapper, Philip & Jackson, 1970

Figs. 7.11K-O

*1970 *Polygnathus timorensis* sp. nov.; Klapper et al., p. 655, text-fig. 2a-d, lám. 1, figs. 1-3, 7-10 (incluida sinonimia)

1988 *Polygnathus timorensis* Klapper et al.; Hou et al., p. 331, lám. 132, fig. 15; lám. 133, fig. 5

1989 *Polygnathus timorensis* Klapper et al.; Wang, pp. 121, 122, lám. 33, figs. 7-9

2001 *Polygnathus timorensis* Klapper et al.; Liao et al., pp. 38, 39, lám. 4, figs. 4-6 (incluida sinonimia)

2008 *Polygnathus timorensis* Klapper et al.; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 9, tablas 1A, B, figs. 3E, F

2010 *Polygnathus timorensis* Klapper et al.; Gouwy, pp. 151, 152, lám. 6, figs. 2-3, 5 (incluida sinonimia)

2013 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 361, fig. 8B (incluida sinonimia)

Material: 48 ejemplares de los niveles Re3(13), Re5(1), Re6(4), Re7(1), Re8(2), Re9(2), Re10(5), Re11(1), Re13(1), Re18(1), Re19'⁰⁰U(1), Re23(1), Re24(1), Re54(1); CP/6(1), CP/9(1), CP/12(1), CP/41b(1), CP/41c(1), CP/42a(1), CP/42b(1), CP/43f(1); LGA189(1), LGA184(1), LGA207^{10cmsup}(1), LGA210(1), LGA212'⁰⁶(1).

Material publicado: Re3(2), MGUV5244, 5245 y Re10, MGUV5242; CP/6, MGUV5973; LGA184, MGUV6179. **Material figurado:** CP/48, MGUV5372; LGA189, MGUV5398.

Esta especie previamente describió y discutió en Liao *et al.* (2001: 39) y Liao & Valenzuela-Ríos (2013: 361).

Discusión: Las diferencias entre *P. timorensis* y *P. varcus* se comentan más abajo. El grado de desarrollo del surco marginal externo de nuestros ejemplares pirenaicos es variable.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se limita al Givetense. Se registra desde la base de la Biozona *Timorensis* a la de *Disparilis*. Nuestros ejemplares se sitúan en el intervalo entre las biozonas *Timorensis* y *Hermanni* inferior.

Se ha reconocido en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Montañas Renanas, Ardenas, Boulonnais, Radom-Lublin, Alpes Cárnicos y Cerdeña), Marruecos (Anti-Atlas, Meseta), en Norteamérica (Ontario, Nueva York, Iowa, Indiana, Kentucky y Ohio), Asia Central (Tajikistán), SE de Asia (Sichuan, Yunnan y Guangxi,) y en Australia (Nueva Gales del Sur).

Polygnathus varcus

Stauffer, 1940

Figs. 7.11P, Q

*1940 *Polygnathus varcus* n. sp.; Stauffer, p. 430, lám. 60, figs. 49, 53, 55

1966 *Polygnathus varca* Stauffer; Flajs, lám. 25, fig. 6

1967 *Polygnathus varca* Stauffer; Wirth, pp. 231, 232, lám. 22, figs. 14-16

1971 *Polygnathus varcus* Stauffer; Orr, pp. 53 y 54, lám. 5, figs. 4-8

1983 *Polygnathus varcus* Stauffer; Raven, lám. 3, figs. 1, 2

1988 *Polygnathus varcus* Stauffer; Hou *et al.*, p. 332, lám. 128, figs. 4-5

1989 *Polygnathus varcus* Stauffer; Wang, p. 123, lám. 33, figs. 3-6

1989 *Polygnathus varcus* Stauffer; Ji, p. 318, lám. 4, figs. 40-43

1998 *Polygnathus varcus* Stauffer; Spalleta & Perri, lám. 2.1.1, fig. 3 a-b

1998 *Polygnathus varcus* Stauffer; Corradini, lám. 3.2.1, fig. 11 (non 10)

1999 *Polygnathus varcus* Stauffer; Lazreq, p. 76, lám. 1, figs. 1-4

2001 *Polygnathus varcus* Stauffer; Liao *et al.*, pp. 39, 40, lám. 3, figs. 20, 21 (incluida sinonimia)

2003 *Polygnathus varcus* Stauffer; Aboussalam, pp. 189, 190, lám. 15, figs. 14, 15

2004 *Polygnathus varcus* Stauffer; Gouwy, p. 46, lám. 2, figs. 5-6

Material: 25 ejemplares procedentes de las secciones: Re5(1), Re7(2), Re8(3), Re12(1), Re23(1), Re36mid(1), Re45(2), Re48(1), Re55(1); CP/10(1), 41a(1), 43f(2), 43g(1); LGA181^{10cm sup}(1), LGA181(1), LGA201(1), LGA209(1), LGA211(1), LGA214b(1?).

Material publicado: Re55(2), MGUV5240, 5241. **Material figurado:** Re55, MGUV5333.

La descripción de esta especie se comenta en Liao *et al.* (2001: 39).

Discusión: *P. varcus* se diferencia de *P. xylus* en la longitud de su lámina libre que parece mayor que la de la plataforma y la situación de la cavidad basal algo más adelantada.

P. timorensis se diferencia de *P. varcus* en que la longitud de la lámina libre es

aproximadamente igual a la de la plataforma, y suele ser mayor que la de *P. varcus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se limita al Givetense; según Klapper & Ziegler (1979) comienza en la Biozona *Rhenanus/Varcus* y alcanza casi el techo de la de *Semialternans/Latifossatus*; anteriormente Ziegler (1971) consideró que su rango superior podría alcanzar a la Biozona *Asymmetricus* basal. Bultynck (1987) amplió su rango hasta el Frasnense Medio (Zona MN-6). Nuestros ejemplares se sitúan en el intervalo comprendido entre las biozonas *Rhenanus/Varcus* y *Hermanni* Superior.

Este taxón se halló en Europa (Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Harz, Montaña Negra, Ardenas, Cerdeña, Alpes Cárnicos y Pirineos Español: Central y Occidental), en Marruecos (Tafilalest y Maider; Norteamérica (Nevada, Nueva York, Michigan, Minnesota y Iowa), Asia Central (Tajikistán), SE de Asia (Guangxi, Sichuan) y Australia (Nueva Gales del Sur).

***Polygnathus webbi* Stauffer, 1938**

Figs. 7.11T-S

*1938 *Polygnathus webi* n. sp.; Stauffer, p. 439, lám. 53, figs. 25, 26, 28, 29

1988 *Polygnathus webbi* Stauffer; Klapper, figs. 2-4

1988 *Polygnathus webbi* Stauffer; Hou et al., p. 332, lám. 130, fig. 6; lám. 132, fig. 13

1989 *Polygnathus webbi* Stauffer; Ji, lám. 4, figs. 32, 33

1994 *Polygnathus webbi* Stauffer; Bai et al., p. 183, lám. 23, fig. 4

2001 *Polygnathus webbi* Stauffer; Liao et al., pp. 40, 41, lám. 4, figs. 31-33 (incluida sinonimia)

2007 *Polygnathus webbi* Stauffer; Aboussalam & Becker, p. 363, tab. 6

2008 *Polygnathus webbi* Stauffer; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 6, tab. 1C

2010 *Polygnathus webbi* Stauffer; Narkiewicz & Bultynck 618, tablas 2-4, 9, figs. 16.3 y 16.22

Material: 35 ejemplares de los siguientes niveles Re 55+300/00(1) Re56(6), Re56'⁰²(5),

Re57(1), Re57'⁰⁴(2), Re58(1), Re58'⁰⁰(1), Re59(3), Re59'⁰⁴(1), Re60(1), Re62(2), Re55+650'⁰⁰(2), Re55+675'⁰⁰(2), Re63(2), Re68(1), Re69(2); CP/55(1), CP/59'⁰²_{base}(1). Material publicado: Re56, MGUV5257. Material figurado: Re55+300'⁰⁰, MGUV5334 y Re55+675'⁰⁰, MGUV5334

Especie descrita y discutida en las publicaciones de Liao et al. (2001: 40, 41) y Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 6).

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Uyeno (1974) la especie comienza en la biozona de *disparilis*, pero Narkiewicz & Bultynck (2010) encuentran un rango más tardío, en la base de la Biozona *Norrisi* (Givetense Superior) y Cygan (1979) lo limitó hasta la Biozona *Crepida*; además, Königshof & Picha (1991) lo extienden más hasta la Biozona *Marginifera* Superior (ambas biozonas corresponden al Famenense). Nuestros ejemplares tienen un rango limitado desde la Biozona *disparilis* inferior hasta la Zona MN1 (Klapper 1989).

Este taxón se reconoció en Europa (Cordillera Cantábrica, Pirineos, Montaña Negra, Montañas Renanas, Ardenas y Montañas de Santa Cruz), Marruecos (Tafilalest), Eurasia (Montañas del Timan y Urales), el SE de Asia (Sichuan, Guangxi y Yunnan), Norteamérica (Ohio, Iowa, Nueva York y Alberta) y Australia (Cuenca Canning oriental).

Polygnathus xylus ensensis

Ziegler & Klapper (en Ziegler et al., 1976)

Figs. 7.11U-X

1976 *Polygnathus xylus ensensis* n. subsp.; Ziegler & Klapper 125-127, lám. 3, figs. 4-9

1977 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Weddige 321-322, lám. 4, figs. 62-65

1988 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Hou et al., p. 332, lám. 132, fig. 6

1989 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Wang, p. 124, lám. 32, figs. 3-6; lám. 30, fig. 8

1991 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Uyeno, lám. 3, fig. 12

1994 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Bai *et al.*, p. 183, lám. 21, figs. 1-6
 1998 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Uyeno, p. 165, lám. 12, figs. 4, 16; lám. 14, figs. 23-31; lám. 15, figs. 1, 2
 2001 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper; Liao *et al.*, p. 40, lám. 3, fig. 23 (incluida sinonimia)
 2010 *Polygnathus xyylus ensensis* Ziegler & Klapper; Gouwy, pp. 152, 153, lám. 5, figs. 10a-b, 11; lám. 6, fig. 7
 2011 *Polygnathus ensensis* Ziegler & Klapper; Walliser & Bultynck, p. 12, lám. 1, figs. 21-22

Material: 12 ejemplares procedentes de los siguientes niveles Re-8(3), Re-5(1), Re11(1), Re12(1), Re19(2); CP/7₇₀₋₉₀(1cf.), CP/44₁₀₋₁₆(2); LGA189'⁰⁶(1).

Material publicado: Re11, MGUIV5239 y CP/7₇₀₋₉₀, MGUIV5981. **Material figurado:** Re12, MGUIV5335 y CP/44₁₀₋₁₆, MGUIV5373.

La descripción y discusión de la especie ha sido previamente publicadas en Liao *et al.* (2001: 40) y Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 5).

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta subespecie se restringe al Givetense. Según Weddige (1977), Clausen *et al.* (1979) y Walliser & Bultynck (2011) comenzaría en la Biozona *Ensensis* y alcanzaría la de *Timorensis*; posteriormente, Johnson *et al.* (1980) y Bultynck (1987) extendieron su rango hasta el techo de la Biozona *Ansatus*. Los especímenes estudiados aquí se sitúan Biozona *Hemiansatus* hasta casi el techo de la de *Ansatus*.

Este taxón se encontró en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montaña Negra, Eifel, Montañas Renanas, Ardenas, Alpes Cárnicos y Cerdeña), en Marruecos (Tafilaleit y Maider) y Norteamérica (Ohio, Mackenzie, Nueva York, Iowa, Nevada, Alberta y Yukon), Asia Central (Tajikistán), SE de Asia (Sichuan y Guangxi) y Australia (Nueva Gales del Sur).

Polygnathus xylus xylus

Staufer, 1940

Fig. 7.11Y-Z

*1940 *Polygnathus xylus* n. sp. Staufer, 430-431, lám. 60, figs. 54, 66, 72-74
 1957 *Polygnathus xyylus* Staufer; Bischoff & Ziegler, 101, lám. 5, figs. 11-17
 1966 *Polygnathus xyla* Staufer; Wittekindt 642, lám. 3, figs. 18, 19
 1974 *Polygnathus xylus* Staufer; Uyeno, p. 40, lám. 4, figs. 6, 8
 1976 *Polygnathus xylus xylus* Staufer; Ziegler *et al.*, p. 125, lám. 3, fig. 1 (parcial sinonimia)
 1989 *Polygnathus xylus xylus* Staufer; Ji, lám. 4, figs. 24, 25
 1989 *Polygnathus xylus xylus* Staufer; Wang, p. 125, lám. 33, figs. 1-2
 1995 *Polygnathus xylus* Staufer; Hüneke, tabs. 1-2
 2001 *Polygnathus* aff. *pseudofoliatus* Wittekindt; Liao *et al.*, p. 35, lám. 3, figs. 18, 19
 2003 *Polygnathus xylus* Staufer; Aboussalam, p. 190, lám. 16, figs. 2, 3, 5 y 6 (parcial sinonimia)
 2005 *Polygnathus xyylus xylus* Staufer; Uyeno & Wendte, fig.-text. 8
 2007 *Polygnathus xylus* Staufer; Narkiewicz & Bultynck, tabs 1, 4 fig. 10M
 2008 *Polygnathus xylus* Staufer; Aboussalam & Becker, figs. 5A, B; D-K (non)
 2008 *Polygnathus xylus* Staufer; Ovnatonova & Kononova, p. 1158, lám. 17, figs. 2-7, 1 (non)
 2010 *Polygnathus xylus* Staufer; Narkiewicz & Bultynck, tabs 2, 4, 7, 9-11

Material: 18 ejemplares procedentes de los siguientes niveles Re9(1), Re12(2), Re15(1), Re16(2), Re19(1), Re55(1), Re55+260'⁰⁰(1); CP/18c(1), CP/43f(1), CP/45b(1), CP/45f(1); LGA211(2), LGA212'⁰⁶(2), LGA217a(1).

Material publicado: Re1, MGUIV5237. **Material figurado:** Re19, MGUIV5336.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico. Contorno subrectangular con bordes paralelos. Anchura máxima de la plataforma hacia el tercio posterior. Borde posterior agudo e inclinado hacia el lado interno. Relación de longitudes entre lámina libre y cuerpo principal es ligeramente superior a 1:1.

Lámina libre completa o parcialmente conservada, formada por 10 a 11 dentículos, de sección oval y comprimidos lateralmente; los dos anteriores son más pequeños.

Carena recta en su mitad anterior y algo curvado posteriormente. Está constituida por una cresta gruesa, con la porción anterior lisa, mientras la posterior pueden definirse 5 a 6 dentículos, de sección circular u oval, fusionados en sus bases pero con extremos libres; los dentículos decrecen en altura distalmente.

Plataforma ornamentada con márgenes laterales lisos o con nodos marginales a lo largo de la plataforma. Bordes anteriores rectos, a veces retrasados uno con respecto al otro. Puntos de geniculación opuestos. Surcos adcarenales largos, lisos, estrechos y profundos.

En vista lateral, el borde posterior de la unidad se curva hacia el lado aboral. Márgenes de la plataforma ligeramente más elevados que la carena.

Eje oro-aboral localizado casi en el final de la mitad anterior. Cavidad basal mediana, subovalada y labiada; se continua anteriormente por un surco recto, amplio proximalmente y posteriormente por una quilla elevada y curvada distalmente.

Discusión: las diferencias con las especies conocidas como grupo “*varcus*” de Klapper *et al.* (1970) se comentaron antes. Al comparar los ejemplares ilustrados por los autores citados en la sinonimia, la mayoría de ellos se aproximan a nuestras formas pirenaicas, a excepción de los citados por Aboussalam & Becker (2007, figs. 5C-K). Las formas determinadas por ellos no comparten ninguna característica típica de la subespecie *P. x. xyylus*. Podría tratarse de otras formas, pero consideramos aquí que no son morfotipos de la citada subespecie.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Ziegler *et al.* (1976) el rango de la subespecie va desde la Biozona *Timorensis* a la de *Norrissi*. Narkiewicz & Bultynck

(2010) extienden el rango superior hasta la Zona MN2 (Klappper 1989). Los ejemplares pirenaicos aparecen en la Biozona *Hemiansatus* y llegan hasta la Biozona *Disparilis* Inferior.

Se registra en Europa (Pirineos, Montañas Renanas, Montaña Negra, Ardenas, Boulonnais, Harz y Radom-Lublin, Alpes Cárnicos), en Marruecos (Tafilalet), Norteamérica (Alberta, Manitoba, Nevada, Iowa), Eurasia (Región del Timan, Provincias Volga-Ural), Asia Central (Tajikistán), SE de Asia (Guangxi) y Australia (Queensland).

***Polygnathus* sp. A**

Liao & Valenzuela-Ríos, 2012

Figs. 7.11 AA-AD

2012 *Polygnathus* sp. A Liao & Valenzuela-Ríos, p. 835, fig. 7E-H

Material: 2 ejemplares de los niveles Amp1 (MGUV6107) y Amp2 (MGUV6108) que son re-ilustrados aquí.

La descripción, discusión, distribución estratigráfica y geográficas de esta especie pueden ver en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 835).

***Polygnathus* sp. B**

Liao & Valenzuela-Ríos, 2012

Figs. 7.11AE-AF

2012 *Polygnathus* sp. B Liao & Valenzuela-Ríos, p. 835, fig. 7M-N

Material: Un único ejemplar de la muestra de Amp7, MGUV6110 re-ilustrado aquí.

La descripción, discusión, distribución estratigráfica y geográfica de la especie se encuentran en Liao & Valenzuela-Ríos (2012: 835).

***Polygnathus* sp. C**

Fig. 7.11AG-AH

2003 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Aboussalam, p. 191, lám. 21, fig. 13

Material: Un único ejemplar procedente de la muestra de Re44a, MGUV5337

Descripción: Pa elemento parcialmente completo. Cuerpo principal largo, estrecho, asimétrico, de aspecto robusto y contorno subtriangular. La parte más ancha se localiza en las dos terceras partes de la longitud total.

Lámina libre incompleta, ancha, formada por al menos 3-4 dentículos de sección elíptica, fusionados en sus bases pero con extremos libres.

Los dos primeros tercios de las carenas anterior y posterior están constituidos por una cresta de dentículos fusionados. Esta porción de cresta es gruesa, ligeramente curvada y continúa posteriormente por el extremo de la carena posterior, también curvada y formada por 4 dentículos de sección circular.

La ornamentación de la plataforma puede estar constituida por nodos finos a gruesos marginales o algunos nódulos finos próximos a la carena. La densidad de los nodos decrece hacia el posterior. Surcos adcarenales amplios y profundos anteriormente y estrechos y someros posteriormente. Márgenes de contornos anteriores curvados, con el externo más adelantado que el interno.

El perfil lateral de la unidad es ligeramente arqueado, con la parte posterior dirigida aboralmente.

El eje oro-laboral se sitúa en el tercio anterior de la plataforma. Cavidad basal rómbica, de tamaño pequeño, con una ligera expansión labial asimétrica, cuyo labio interno está más desarrollado anteriormente. Quillas anterior y posterior surcadas, la anterior con un surco más largo y profundo que la posterior.

Discusión: *Polygnathus* sp. C se caracteriza por la ornamentación de baja densidad nodal, contorno subtriangular, desarrollo de una cresta gruesa en la carena y por la expansión asimétrica del labio interno en la cavidad basal.

Esta especie comparte cierta similitud con los schmidtognátidos en el contorno

subtriangular y desarrollo mayor de una lámina libre, pero se diferencia en la menor densidad en la ornamentación y tamaño más pequeño de la cavidad basal en forma rómbica y labio interno expandido, mientras que en las especies de schmidtognátidos, hay más filas de nodos, la cavidad basal es más grande, con forma de "L" y el labio expandido es el externo. Por esta razón, preferimos incluir la especie en *Polygnathus*.

La forma figurada por Aboussalam (2003: lám. 21, fig. 13) se asemeja bastante a nuestra especie, sin embargo, debido a la no ilustración de la vista inferior del ejemplar, no podemos saber qué tipo de cavidad basal tiene.

Distribución estratigráfica y geográfica: esta especie se sitúa dentro de la Biozona *Ansatus*. Su registro se halla en el nivel 44, en la muestra Re44a de la sección de Renanué (Pirineo Central Español) y la otra forma encontrada por Aboussalam (2003) en la muestra MB.Ct. 577, del banco B2b de la sección Bou Tchrafine (Tafilalet) se halló en la Biozona *Hermanni* Inferior.

Género *Schmidtognathus* Ziegler, 1966

Schmidtognathus hermanni

Ziegler, 1966

Figs. 7.12A-C

1966 *Schmidtognathus hermanni* n.sp. Ziegler, p. 664, lám. 3, figs. 5-26

1976 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Ziegler *et al.*, tabs 6, 9, 13-15, lám. 3, figs. 34-35

1980 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Johnson *et al.*, tabs: 18, 21, lám. 3, figs. 27, 28

1985 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Ziegler & Wang, p. 20, lám. 2, figs. 13, 14

1985 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Bardashev & Ziegler, p. 69 y 74, lám. 1, figs. 30-31

1986 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Hou *et al.*, p. 49, lám. 15, figs. 18-19

1986 *Polygnathus limitaris* Ziegler *et al.*; Hou *et al.*, p. 43, lám. 16, figs. 3-4

1989 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Wang, p. 128, lám. 41, figs. 6 y 8

1992 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Bardashev, pp. 51, 52, lám. 6, figs. 24, 25
 1994 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Bai *et al.*, p. 185, lám. 29, fig. 4
 1994 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Wang, lám. 9, figs. 9, 11
 1995 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Shen, p. 265, lám. 2, figs. 17
 1995 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Sanz-López, p. 546, lám. 31, figs. 11, 13
 2003 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Aboussalam, p. 191, lám. 20, figs. 11-12; lám. 21, figs. 13, 16, 17; lám. 22, figs. 1-5
 2008 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 9, 14, figs. 5B, C
 2010 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Gouwy, pp. 154, 155, lám. 8, figs. 8-9
 2012 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 18, fig. 7I, 7J
 2013 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 361, 362, fig. 8C

Material: 39 ejemplares procedentes de 3 secciones de los niveles: CP46a(20), CP46b(4), CP46h(4), CP53(1), CP59⁰²top(1); LGA219²²⁵⁻²⁴⁰(7), LGA220^{17cm sup.}(1) y Amp12(1).

Material publicado: CP46a, MGUV5993; LGA219²²⁵⁻²⁴⁰, MGUV6180; Amp12, MGUV6111. **Material figurado:** CP/46a, MGUV5374.

Descripción: Cuerpo principal largo, robusto, de contornos subromboidal a lanceolado, simétrico o ligeramente asimétrico. La parte más ancha se localiza hacia los dos tercios de la longitud total.

Lámina libre corta que ocupa casi el tercio anterior de la unidad. En ejemplares completos, la lámina está formada por una fila de 7-9 dentículos de secciones circulares a ovaladas, fusionados en sus bases y libres en sus puntas, sobre todo los distales anteriores; además, estos dentículos anteriores, al menos, los 2-3 primeros, son ligeramente más altos.

La carena anterior de la lámina fija puede estar constituida por una cresta de dentículos completa, o parcialmente fusionados, o por una fila de denticulos individualizados. En el primer caso, la cresta

es muy gruesa, recta o parcialmente curvada y alcanza hasta el final de la carena posterior o de la carena anterior. En el segundo caso, la fila comprende 6 a 8 dentículos gruesos de sección circular. En nuestro material pirenaico predominan los ejemplares del primer caso. La carena posterior puede seguir las mismas pautas morfológicas que la anterior, a excepción del segundo caso, con dentículos en número de 8 a 10 dentículos que disminuyen en tamaño posteriormente.

La ornamentación de la plataforma puede estar constituida por nodos finos marginales o por una segunda o tercera fila de nodos, dispuestas más o menos paralelas a las carenas. En la región anterior se desarrollan unos surcos marginales diagonales; en algunos ejemplares, los nodos situados próximos al surco pueden fusionarse formándose parapetos. En general, el tamaño de los nodos disminuye hacia el extremo posterior.

El perfil lateral de la unidad es ligeramente arqueado, con ambos extremos dirigidos aboralmente.

El eje oro-laboral está situado entre la mitad y el último tercio de la unidad. Cavidad basal pequeña a mediana con una expansión labial asimétrica, con el labio externo muy desarrollado anteriormente y un pequeño repliegue dirigido posteriormente. Estrecho y profundo surco anterior y fina quilla posterior.

Discusión: *S. hermanni* difiere de *S. wittekindti* por la presencia de una lámina libre baja y corta, compuesta de dentículos de similar tamaño, mientras que en *S. wittekindti* hay una cúspide muy elevada en mitad de la lámina. El contorno de la plataforma de *S. hermanni* puede ser romboidal a lanceolado, mientras que el de *S. wittekindti* es triangular, por tanto, la máxima anchura en el primero se localiza en la mitad de la unidad, mientras que en el segundo, es en el tercio anterior.

La relación longitudinal lámina-plataforma en *S. hermanni* es aproximadamente 1/3 mientras que en *S. pietzneri* es cercana a 1/2; además, en *S. hermanni*, la cavidad basal es bastante asimétrica.

Si comparamos con el holotipo de Ziegler (1966), nuestros ejemplares de la sección CP son formas más esbeltas con nodos muy finos o a veces, débilmente marcados como los son los citados por Bardashev & Ziegler (1985). Algunas formas marroquíes de Aboussalam (2003) presentan estados de desarrollos muy aberrantes.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Ziegler (1966, 1971) el rango de esta especie comprende entre las biozonas *Hermannii* Inferior y *Falsiovalis* Inferior; sin embargo, Klapper & Johnson (1990) limitaron el rango superior a la parte alta de la Biozona *Disparilis* Superior. Nuestros ejemplares se sitúan entre las biozonas *Hermannii* Inferior y *Disparilis* Superior.

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Montañas Renanas y Montaña Negra), África (SE de Marruecos), Norteamérica (Nevada), en Asia (Tajikistán y Guangxi).

Schmidtognathus peracutus

Bryant, 1921

Figs. 7.12D, E

1921 *Polygnathus peracuta* n. sp.; Bryant, p. 25, lám. 10, fig. 12

1934 *Polygnathus peracuta* Bryant; Huddle, p. 97, lám. 8, fig. 8

1958 *Polygnathus peracuta* Bryant; Bischoff & Ziegler, p. 95, lám. 16, fig. 29

1966 *Schmidtognathus peracuta* (Bryant); Ziegler, p. 668, lám. 1, figs. 1-10

non 1967 *Schmidtognathus peracuta* (Bryant); Adrichem Boogaert, lám. 3, fig. 13.

1970 *Polygnathus peracuta* Bryant; Seddon, p. 61, lám. 14, figs. 6-8

non 1971 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Orr, p. 56, lám. 6, fig. 9

1980 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Johnson *et al.*, tabs: 16, 19, 20, 23, lám. 3, figs. 31, 32

1981 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Huddle, p. B31, lám. 11, figs. 5-7; lám. 13, figs. 7-8; lám. 16, figs. 1-2

1987 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); García-López, p. 105, lám. 15, figs. 14-19 (lista de sinonimia)

1991 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Uyeno, p. 158, lám. 4, fig. 22

1992 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Bardashev, p. 72, lám. 6, figs. 29, 30, 34, 38, 39

1993 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Racki & Bultynck, p. 11, tab. 4, lám. 3, fig. 11

2008 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Liao & Valenzuela-Ríos, tabs 1B, 1C

2010 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Narkiewicz & Bultynck, tabs: 2, 3, 5, 6

Material: 5 ejemplares procedentes de los siguientes niveles de una sección: CP46a(2), CP46h(1), CP52(1), CP58b(1). Material figurado: CP46a(2), MGUV5375, 5376.

Descripción: Cuerpo principal de contorno escutiforme, simétrico o ligeramente asimétrico. La anchura máxima se localiza aproximadamente en la mitad anterior de la longitud total.

Lámina libre más corta que el resto del cuerpo, en proporción de 1:4. Está provista de al menos, 5 dentículos de secciones circulares a ovaladas, fusionados en sus bases pero libres en sus extremos.

La fila media está compuesta por las carenas anterior y posterior, con 10 a 13 dentículos de secciones circulares en sus bases; los extremos son ovalados o agudos. La superficie oral está ornamentada por, al menos, dos filas de nodos redondeados y gruesos, paralelas a las carenas y ligeramente oblicuas en la región anterior de la plataforma. A veces, aparecen unos nódulos marginales de tamaño menor que los anteriores. Los surcos adcarenales están débilmente desarrollados.

En vista lateral, la unidad presenta un cierto arqueamiento aboral en ambos extremos. Cavidad basal asimétrica con una ligera expansión labial hacia el extremo anterior. Su posición se sitúa en la mitad anterior de la plataforma. Quillas anterior y posterior surcadas, rectas o ligeramente curvadas. El

surco anterior es más profundo y ancho que el posterior.

Discusión: *S. peracutus* y *S. pietzneri* son muy parecidas en el contorno escutiforme de la plataforma; sin embargo, se diferencian en la proporción de la longitud lámina-plataforma, ya que en la primera es de 1:4 y en la segunda de 1:2. También, se diferencian en los contornos marginales anteriores, ya que *S. peracutus* termina en ángulo agudo ascendente, mientras que en *S. pietzneri*, es agudo descendente. Por otra parte, en cuanto a la ornamentación *S. peracutus* desarrolla filas de nodos más o menos paralelos a la fila media y *S. pietzneri* desarrolla crestas transversales marginales. Para más diferencias con otras especies, véase en la descripción de *S. wittekindti*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Bardashev (1992) y Narkiewicz & Bultynck (2010), el rango de esta especie comienza en la Biozona *Hermanni* Superior y alcanza hasta la Biozona *Falsiovalis* Inferior. Sin embargo, en nuestros ejemplares, el rango inferior baja a la Biozona *Hermanni* Inferior y sólo llega hasta la Biozona *Disparilis* Superior.

Esta especie tiene un registro amplio desde Europa (Pirineo Central, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Montañas de Santa Cruz, N. de Cornwall), en Marruecos (Maider y Tafilalet), en Norteamérica (Nueva York, Indiana, Iowa, Texas, Nevada, NO. de Alberta) y Asia Central (Turkistán, Zeravshan-Hissar).

Schmidtognathus pietzneri

Ziegler, 1966

Figs. 7.12F, G

1966 *Schmidtognathus pietzneri* n. sp. Ziegler, p. 666, lám. 2, figs. 11-25

1967 *Schmidtognathus peracuta* (Bryant); Adrichem Boogaert, lám. 3, fig. 13

1980 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Johnson *et al.*, tabs: 20, 21, 23, lám. 3, figs. 29, 30

1989 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Wang, p. 129, lám. 39, figs. 4a, b

1986 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Hou *et al.*, p. 49, lám. 16, figs. 13-18

1999 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Lazreq, pp. 77-78, lám. 2, figs. 4, 5, 8, 9

2003 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Aboussalam, p. 193, lám. 21, figs. 5-12

2008 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 12, figs. 5G, 5H

2010 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler; Gouwy, p. 68, tabla 4.2, lám. 9, fig. 3

Material: 4 ejemplares procedentes de los niveles: CP46b(1), CP46h(2), CP53(1). Material publicado y re-ilustrado: CP46b(1) MGUV 5996.

Descripción: Cuerpo principal alargado escutiforme, simétrico o ligeramente asimétrico. La relación longitud-anchura es más de 3:1.

Lámina libre parcialmente rota, con al menos 2 a 3 dentículos.

La carena anterior puede estar formada por una cresta de dentículos fusionados total o parcialmente. La carena posterior está formada por 9 a 11 dentículos redondeados e individualizados que decrecen en tamaño hacia el posterior.

La superficie oral está ornamentada por nodos más gruesos en la porción anterior y más finos en la posterior. En ocasiones, los nodos posteriores se unen entre sí, formando unas crestas transversales cortas. Contornos marginales anteriores oblicuos y no alineados transversalmente. Surcos adcarenales más profundos en la mitad anterior.

El perfil de la unidad es plano-convexo con ligero arqueamiento aboral del extremo posterior.

Cavidad basal mediana con expansión labial asimétrica hacia el borde anterior. Su posición se localiza aproximadamente hacia la mitad de la longitud de la plataforma. Quilla anterior recta, surcada y estrecha. Quilla posterior ligeramente curvada y elevada.

Discusión: aparte de las diferencias comentadas anteriormente con las demás

especies de *Schmidtognathus*, el extremo posterior de *S. pietzneri* es más bien subredondeado, en contraste con el de *S. peracutus* que es más agudo. También la relación longitud/anchura es mucho mayor en *S. pietzneri*.

Nuestros ejemplares pirenaicos se diferencian del holotipo en que la plataforma es más estrecha; aspecto observado también en los ejemplares citados por Gouwy (2010). Si comparamos con las formas marroquíes citadas por Aboussalam (2003), éstas presentan desarrollos ontogenéticos aberrantes.

Distribución estratigráfica y geográfica: el rango de esta especie comienza en la base de la Biozona *Hermanni* (según Ziegler, 1973) y llega hasta la de *Norrisi* (Hou *et al.*, 1985). Nuestros ejemplares se registran entre las biozonas *hermanni* Inferior (mitad inferior) y *Disparilis* Superior.

Se registra esta especie en Europa (Pirineo Central, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas), Marruecos (Tafilalet, Meseta meridional), Norteamérica (Nevada) y Asia (Guangxi).

Schmidtognathus* aff. *pietzneri

Ziegler 1966

Figs. 7.12H, I

Material: 3 ejemplares procedentes de dos niveles de la sección de Compte: CP46a(1), CP46b(2). Material publicado: CP46a, MGUV5991 y CP46b, MGUV5995. Material figurado: CP/46b, MGUV5377

Descripción: Cuerpo principal de contorno escutiforme, ligeramente asimétrico y cuya anchura máxima se localiza en el primer tercio anterior.

Lámina libre ligeramente más corta que el cuerpo, formada por 6 a 7 dentículos comprimidos lateralmente, cuyas bases están fusionadas y los extremos son agudos o individualizados.

Carenas anterior y posterior formadas por 10 a 12 dentículos de secciones ovaladas a

circulares. En el ejemplar citado en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: Figs. 5E, F, MGUV5995), se puede apreciar una cresta de dentículos que se extiende desde la lámina libre hasta la carena posterior. En la cresta se identifican las puntas de los dentículos, que descienden en altura posteriormente.

La superficie oral puede ser lisa o está formada por nódulos limitados a los márgenes. Surcos adcarenales poco desarrollados. Contornos marginales anteriores que varían desde rectos a biconvexos, no alineados.

Perfil lateral ligeramente arqueado hacia el borde aboral.

Cavidad basal grande, con una expansión labial asimétrica hacia el borde lateral, situada en el primer tercio anterior. Quillas surcadas y rectas. Quilla anterior profunda y estrechándose anteriormente. Quilla posterior somera y muy amplia en su mitad proximal, que luego llega a cerrarse.

Discusión: estos ejemplares merecen ser tratados como una especie más de *Schmidtognathus*, ya que sus caracteres morfológicos difieren ligeramente de los más conocidos hasta ahora. Es destacable la ornamentación lisa o formada exclusivamente por nódulos marginales. Comparten caracteres intermedios entre las especies *P. latifossatus* y *S. pietzneri*. Debido a la existencia de 3 ejemplares únicamente, preferimos mantener su determinación como *S. aff. pietzneri* como fue citado en Liao & Valenzuela-Ríos (2008: 11 y 12).

Distribución estratigráfica y geográfica: esta especie correspondería a la Biozona *Hermanni* Inferior. Su registro por el momento se halla en Pirineos, en la sección Compte.

Schmidtognathus wittekindti

Ziegler, 1966

Figs. 7.12J-N

- *1966 *Schmidtognathus wittekindti* n. sp. Ziegler, p. 665, lám. 1, fig. 11; lám. 2, figs. 1-10
1970 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Kirchgasser, p. 352, lám. 65, figs. 3, 7
1971 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant); Orr, p. 56, lám. 6, fig. 9
1976 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Ziegler et al., lám. 3, figs. 36-39
1985 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Ziegler & Wang, p. 20, lám. 2, figs. 17, 18
1985 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Bardashev & Ziegler, p. 69, lám. 1, fig. 33
1986 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Hou et al., pp. 49-50, lám. 16, figs. 1-2, 5-12
1989 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Ji, lám. 2, figs. 22-23
1989 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Wang, p. 129, lám. 41, fig. 7
1992 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Bardashev, pp. 51-52, lám. 6, figs. 21-23, 35?
1994 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Wang, lám. 9, figs. 5, 10
1994 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Bai et al., p. 185, lám. 29, figs. 5, 6
1995 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Sanz-López, p. 546, lám. 31, figs. 8-9
1995 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Shen, p. 264, lám. 2, figs. 18, 19
1998 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Rogers, p. 732, fig. 15, 13 (non)
1999 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Lazreq, p. 78, lám. 1, figs. 28, 29
2003 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Aboussalam, pp. 193, 194, lám. 22, figs. 6-10
2010 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Narkiewicz & Bultynck, figs. 17.18, 19.1 y 19.2
2012 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 28, figs. 7K-L, 7O-R
2013 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 362, 363, fig. 8D

Material: 20 ejemplares procedentes de 3 secciones de los niveles: CP46a(1), CP46h(3), CP49(1); LGA218₇₈₋₈₈(1) LGA219₂₂₅₋₂₄₀(10), LGA220_{17cm sup.}(1) y Amp11(1), Amp13(2).

Material publicado: LGA219₂₂₅₋₂₄₀, MGUV6181 (re-ilustrado); Amp11,

MGUV6112 y Amp13(2), MGUV6113-6114. Material figurado: CP49, MGUV5378.

Descripción: Cuerpo principal más o menos largo, simétrico y de forma triangular con el vértice más agudo en el extremo posterior. Sus bordes son subparalelos, rectos o ligeramente biconvexos. La parte más ancha se localiza en el tercio anterior de la longitud total.

Lámina libre muy corta que ocupa sólo un cuarto de la longitud de la unidad. En ejemplares completos, la lámina está formada por una fila de 7 a 11 denticulos agudos, de secciones ovaladas, fusionados en sus bases pero con extremos libres, dibujando un arco convexo que recuerda la cresta de un gallo; al menos, 3-4 situados en posición central, son ligeramente más altos, respecto al plano basal.

La carena anterior de la lámina fija puede estar constituida por denticulos fusionados, formando una cresta o por una fila de denticulos individualizados. En ejemplares del caso primero, la cresta es muy gruesa, recta y puede alcanzar hasta la carena anterior o incluso hasta la carena posterior. En ejemplares del caso segundo, la fila puede comprender de 2 a 4 denticulos redondeados y gruesos. En nuestro material estudiado hay más ejemplares del segundo caso. La carena posterior de la mayoría de los ejemplares tienen 6 a 9 denticulos individualizados que van decreciendo en tamaño posteriormente.

La ornamentación de la plataforma puede estar constituida simplemente por nodos finos marginales y/o por una segunda o tercera fila de nodos, dispuestas subparalelas a las carenas. Los ejemplares más anchos, desarrollan en la región anterior unos surcos marginales diagonales someros. En general, el tamaño de los nodos decrece hacia el extremo posterior.

El perfil lateral de la unidad está ligeramente arqueado y ambos extremos se dirigen aboralmente.

El eje oro-laboral está situado en el segundo quinto de longitud de la unidad. Cavidad basal pequeña con una expansión asimétrica anterior del labio externo. Quilla anterior surcada, más amplia proximalmente que luego se va cerrando anteriormente. Quilla posterior elevada (a veces) o ligeramente surcada y muy estrecha.

Discusión: la distribución de nodos de *S. wittekindti* y *S. peracutus* es muy similar, ya que pueden estar ordenados a ligeramente desordenados; las características distintivas entre ellos residen en los márgenes anteriores y la longitud de la plataforma, ya que en *S. peracutus*, los márgenes son rectos y la plataforma más corta, mientras que en *S. wittekindti* los márgenes son curvados y la plataforma es más larga.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Ziegler (1965, 1971) y Hou *et al.* (1985) el rango de esta especie va de la base de la Biozona *Hermannii* Inferior a la de *Falsiovalis* Inferior; sin embargo, Klapper & Johnson (1990) limitan el rango superior a la Biozona *Disparilis* Inferior; posteriormente, Narkiewicz & Bultynck (2010) lo subieron un poco hasta la parte inferior de la Biozona *Disparilis* Superior. En el material estudiado, los ejemplares tienen un rango que comienza en la base de *Hermannii* Inferior y llega a la Biozona *Disparilis* Superior.

Esta especie se registra en Europa (Pirineo Central Español, Montañas Renanas, Montaña Negra, Montañas de Santa Cruz y SO de Inglaterra), Marruecos Meridional (Ma'der, Tafilalt), Norteamérica (Iowa, Nevada, Michigan), Asia Meridional (Turkistán, Tajikistán) y SE. de Asia (Guangxi).

Género *Skeletognathus*

Sandberg, Ziegler & Bultynck, 1989

Skeletognathus norrisi (Uyeno, 1967)

Figs. 7.12 O-X

- 1967 *Polygnathus norrisi* n. sp.; Uyeno, 10-11, lám. 2, figs. 4-5
 1980 *P. norrisi* Uyeno; Johnson *et al.* 102, lám. 3, fig. 25
 1980 *Polygnathus norrisi* Uyeno; Perri & Spalletta, pp. 305, 306, lám. 7, figs. 5a-6d
 1981 *Polygnathus norrisi* Uyeno; Huddle, p. B31, lám. 19, figs. 4, 5
 1985 *Polygnathus norrisi* Uyeno; Klapper, pp. 21, 22, texto-fig.: 1 y 2 (sin ilustración)
 1989 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Sandberg *et al.* 214, lám. 5, figs. 1-12 (con lista de sinonimia)
 1991 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Uyeno, p. 156, lám. 3, fig. 19
 1992 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Bardashev, p. 78, fig-texto: 3, lám. 9, fig. 30
 1993 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Racki & Bultynck, tablas: 2, 4 lám. 3, fig. 10
 1994 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Bai *et al.*, p. 187, lám. 29, figs. 7, 8
 1994 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Kirchgasser, p. 127, lám. 3, figs. C, K, M-O
 1995 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Sanz López, p. 518, lám. 32, fig. 2
 2001 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Liao *et al.* 41, lám. 4, figs. 22-24
 2003 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Aboussalam, p. 194, lám. 19, fig. 6
 2005 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Uyeno & Wendte, p. 164, texto-fig. 8, lám. 2, figs. 3 y 4
 2006 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Rodríguez Alfonso, p. 23, lám. 4, figs. 1-16, lám. 5, figs. 1-7 y lám. 6, figs. 1-10
 2007 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Aboussalam & Becker, tablas: 1 y 5; figs. 8M, 8S
 2007 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Narkiewicz & Bultynck, tabla 5, fig. 5V
 2008 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 14, tabla 1C, figs. 2, 6C-6F
 2010 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Gouwy, p. 157, lám. 9, figs. 10-11
 2010 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Narkiewicz & Bultynck, tablas: 2-4, figs. 16.8, 16(19-21)
 2013a *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 363, 364, fig. 8E

Material: 20 (15Pa y 5Pb) ejemplares encontrados en los siguientes niveles: Re56(2Pa), Re58(1Pa); CP58b^{'04}(1Pa+1Pb), CP58b(3Pa+1Pb), CP58b^{'02}(1Pb), CP59(1Pb), CP59_{base}^{'02}(1Pa), CP59^{'04}(4Pa+1Pb) y CP59_{top}^{'02}(1Pa); LGA-I/1a(1Pa) y LGA-I/6a(1Pa).

Material publicado: Re58(Pa), MGUV5258, CP58b(Pa) MGUV6005 y CP58b(Pb) MGUV6006; LGA-I/1a (Pa), MGUV6182 (re-ilustrado);. Material figurado: Re56 (Pa), MGUV5286; CP/58b^{'04} (Pa), MGUV5379 y CP/58b^{'04}(Pb), MGUV5380; LGA-I/6b(Pa), MGUV5399.

Descripción: Cuerpo principal biconvexo, de contornos romboidal a subtriangular, simétrico a ligeramente asimétrico y con terminación aguda.

Lámina libre de aproximadamente igual longitud que el cuerpo principal, formada por 8 a 10 dentículos de sección elíptica a lenticular, que parecen libres en sus puntas, el primero bajo, al que siguen 2-4 más altos y luego descienden en altura progresivamente. En el lado interno de algunos ejemplares, los 5 últimos dentículos van acompañados lateralmente de otros 3 a 5 más pequeños, que parecen insertarse algo más profundamente en la lámina libre.

Carenas anterior y posterior mucho más bajas que la hoja libre constituidas por una débil cresta en la que posteriormente se diferencian dentículos bien individualizados que disminuyen en tamaño hacia el borde posterior. Esta cresta y la lámina libre forman un ángulo obtuso muy abierto, próximo a 180°.

La ornamentación de la plataforma en esta especie parece que varía en función del estadio ontogenético. En ejemplares juveniles, la plataforma está formada por láminas que partiendo de la carena dibujan dos estructuras diferentes. En la mitad anterior las láminas convergen posteriormente y están desarrolladas completamente en el lado interno, mientras que en el lado externo se aprecian unos pocos dentículos; en contraste, las láminas de la mitad posterior, que son más

numerosas en el lado externo, forman una estructura en "chevron" que apunta anteriormente. En ejemplares adultos, la plataforma soporta nodos distribuidos de manera más o menos ordenadas en forma de huso o la distribución es más difusa e irregular.

En vista lateral el conjunto presenta una curvatura suave en el extremo posterior en dirección aboral. Márgenes anteriores de la plataforma algo más altos que la carena.

Eje oro-aboral cerca del margen anterior de la plataforma. Cavity basal de tamaño y forma variables, entre diminuta y mediana, ovalada a alargada, que parece continuarse anteriormente en un surco estrecho, profundo que se estrecha distalmente, pero permanece abierto, y posteriormente en una quilla. En un ejemplar adulto, se observan unas estructuras en forma de pliegues rodeando la diminuta cavidad.

Discusión: La ornamentación laminada muestra una estructura de chevron que es diagnóstica. Nuestros ejemplares difieren de todos los figurados en poseer una lámina libre más larga y con mayor número de nodos. También la ornamentación de cada uno de los ejemplares figurados varía considerablemente.

Uyeno (1974: 40) citó que en esta especie hay dos tipos morfológicos y su interpretación depende del estado de preservación. Weddige (1990) propone que la estructura en placas o láminas se debe a fenómenos de crecimiento patológico.

Rodríguez Alfonso (2006; trabajo inédito) realizó el estudio ontogenético de esta especie en la sección Col du Puech de la Suque (Montaña Negra), que concluyó y alcanzó una diferente interpretación. Las muestras tomadas (promedio de 1 Kg.) proceden del intervalo de los niveles 39 a 43, donde el nivel 42a es el más rico en elementos conodontales. Se realizó un análisis faunístico de poblaciones juveniles (80%) y adultos (20%). Observó que en ejemplares juveniles, la ornamentación de

la plataforma consistía en unos elementos finos, en forma de agujas que se disponen en una estructura de tipo chevron. En vista inferior, el contorno general es romboidal, a veces con ligera asimetría, de márgenes muy agudos y la cavidad basal alargada prolongada en quillas. En el siguiente estado ontogenético, los extremos puntiagudos se engrosan, transformándose en terminaciones más redondeadas; la estructura en chevron se mantiene débilmente, o a veces, hay nodos o nódulos, dispuestos más o menos paralelos a las carenas, la superficie de la plataforma aumenta ligeramente, de tal manera que su contorno es más o menos ondulado y las quillas se acortan. En la fase adulta, la superficie oral de la plataforma aumenta más en anchura, se forman unas alineaciones en forma de crestas más o menos rectas o sinuosas, sin nodos y aboralmente, las quillas desaparecen y son sustituidas por unos débiles trazos transversales. Estas variaciones morfológicas se comprobaron tanto en elementos Pa como Pb. Por tanto, concluye que la variación morfológica durante la ontogenia de la especie *S. norrisi* permite alcanzar mejor su identificación taxonómica.

En nuestro material pirenaico, las variaciones morfológicas siguen los mismos patrones evolutivos propuestos por Rodríguez-Alfonso (2006:18 y 19). Incluso, la variación ontogenética se repite al menos en dos niveles estratigráficos de las tres secciones estudiadas: Re56, Re58, CP/58, CP/59 y LGA-I/1a y LGA-I/6a.

La mayoría de los autores que estudiaron la fauna de conodontos en en torno al intervalo Givetense/Frasniense, encontraron escasos ejemplares de esta especie y no pudieron observar las variaciones morfológicas; sin embargo, los materiales de la Montaña Negra (MN) y del Pirineo Central Español (PCE) tienen la particularidad de un alto porcentaje de ejemplares de *S. norrisi*, a razón de 20 ejemplares por kilo en una muestra en MN

y 3 a 5 ejemplares por cada 6 kilos de muestra en PCE.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se circunscribe a una estrecha banda que comprende el límite Givetense/Frasniense; comienza en la biozona de *norrisi* y desaparece en la biozona de *transitans* (Sandberg *et al.* 1989). Sin embargo, Klapper y Johnson (1990) restringen su rango superior a la Zona MN2 de Klapper (1988). Nuestro material, tiene un rango desde la Biozona *Norrisi* (Givetense más superior) a la de Biozona *Fasiovalis*, equivalente a la Zona MN2 de Klapper (1989), del Frasniense basal.

La especie *S. norrisi* se ha registrado en Europa (Pirineos, Montañas Renanas y Montaña Negra, Alpes Cárnicos, Montañas de Santa Cruz y Radom Lublin), en Marruecos (Tafilalest), Norteamérica (Alberta, Manitoba, Nueva York, Oklahoma y Nevada), Asia Central (Zheravshan-Hissar) y SE. de Asia (Guangxi).

Género: *Tortodus* Weddige, 1977

Tortodus bultyncki

Aboussalam, 2003

2003 *Tortodus bultyncki* n. sp.; Aboussalam, p. 197, lám. 25, figs. 1-3

2008 *Tortodus bultyncki* Aboussalam; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 5, tabla 1B

2013 *Tortodus bultyncki* Aboussalam; Gouwy *et al.*, p. 335, tabla 1, fig. 5E

Material: 2 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: Re15(1) y CP43b(1).

Distribución estratigráfica: Según Aboussalam (2003: 197) el rango de esta especie comienza en la base de la biozona de *ansatus* (Sparling, 1995) y llega al techo de la biozona de *disparilis* (registrado en la sección Bine Jebilet). El rango inferior citado es incierto puesto que no se indica en los trabajos de Sparling (1995) y el rango superior no se registra en Aboussalam (2003), ni en Aboussalam & Becker (2007). Sin embargo, los registros de esta especie (Aboussalam 2003: pag. 197, tablas 7, 10,

12) se limitan al intervalo de las biozonas *Ansatus* a *Hermanni*.

Nuestros ejemplares de las secciones Re y CP se limitan sólo a la Biozona *Ansatus*, aunque en la sección de comparación de Villech (Gouwy *et al.*, 2013: 319 y tabla 1) hay un registro en la Biozona *Semialternans*.

Esta especie se registra en el Pirineo Central Español y en el Sur de Marruecos (Tafilalet y Tata).

Tortodus* aff. *bultyncki

Aboussalam, 2003

2008 *Tortodus* aff. *bultyncki* Aboussalam; Liao & Valenzuela-Ríos 5, tabla 1B, Fig. 4L-N

Material: un ejemplar del nivel CP46a, publicado como MGUV 5988.

Descripción: Elemento comprimido lateralmente, asimétrico y de trazado sinuoso, cuya primera ondulación es más amplia y de longitud mayor que las otras, ocupando casi la mitad de la longitud total.

Carenas formada por 17 dentículos redondeados muy individualizados. Los dentículos anteriores y medios tienen una proyección vertical, mientras que los posteriores (3 o 4 últimos) son más oblicuos. En la superficie oral, la expansión lateral es muy limitada, sólo llega a desarrollarse un poco más en la mitad posterior, justamente en la segunda ondulación.

El perfil lateral de la unidad es convexo con ambas terminaciones reclinadas aboralmente. La altura de los dentículos es creciente en la primera mitad y decreciente en la segunda.

Cavidad basal de tamaño mediano, alargada, ligeramente profunda y está localizada hacia la mitad de la unidad. Surcos anchos y someros que se comprimen y estrechan hacia ambos extremos, pero se mantienen abiertos.

Discusión: nuestro ejemplar tiene cierta similitud con la especie *Tortodus* sp. B,

morfotipo β de Sparling (1999) y con los ejemplares citados como *T. bultyncki* en Aboussalam (2003), en el trazado de la sinuosidad en vista superior; sin embargo, nuestro ejemplar se diferencia en la marcada inclinación de la primera ondulación hacia un lado, mucho mayor que la de los ejemplares americanos y africanos.

Distribución estratigráfica: esta especie se localiza en la base de la Biozona *Hermanni* Inferior y está asociada con *S. hermanni*, *S. wittekindti*, *S. pietzneri*, *P. limitaris*, *P. dubius*, entre otros. Sólo hay un registro en el Pirineo Central Español.

***Tortodus caelatus* (Bryant, 1921)**

Figs. 7.12Y, Z

1921 *Polygnathus caelatus* n. sp. Bryant, p. 27, lám. 13, figs. 5, 6, 8, 9, 11-13

2003 *Tortodus caelatus* (Bryant); Aboussalam, pp. 197, 198, lám. 26, fig. 18 (con lista parcial de sinonimia)

2013 *Tortodus caelatus* (Bryant); Gouwy *et al.*, p. 21, fig. 5B, C (con lista de sinonimia)

Material: 6 ejemplares procedentes de los niveles: Re9'⁰²(3), Re11(1), Re15(2). Material figurado: Re 9'⁰², MGUV5271.

Descripción: Cuerpo principal de forma subtriangular y contorno varía de recto a sinuoso. Lámina anterior completa o preservada parcialmente y provista de al menos 4 a 7 dentículos ovalados, agudos, comprimidos lateralmente.

Carenas anterior y posterior formadas por 8 a 10 dentículos ovales y agudos, que están unidos por una cresta fina y continua. Carenas anterior curvada y posterior sinuosa. Los dentículos decrecen en tamaño hacia el extremo posterior.

La ornamentación de la plataforma puede ser regular (con nódulos redondeados de tamaños variados, distribuidos subparalelos a la carena) o irregular (crestas transversales o también, de trazado cerebroide). El contorno de la plataforma es ligeramente asimétrico tanto en el extremo anterior como en el posterior; esta

asimetría pronunciada se debe a una inflexión del tercio posterior de la carena. La anchura máxima de la plataforma se localiza al comienzo del primer tercio anterior de la longitud.

En vista lateral, el conjunto se curva ligeramente hacia el plano basal. La altura de los dentículos tiende a decrecer hacia el extremo posterior.

El eje oro-aboral se sitúa casi al comienzo del tercio anterior de la longitud. Cavidad basal pequeña a mediana, de forma ovalada, labiada y simétrica. Surco anterior amplio, recto o suavemente curvado con márgenes subparalelos en la parte preservada. Quilla posterior curvada y elevada discretamente.

Discusión: tradicionalmente fue considerado como *P. caelatus*. Posteriormente Bischoff & Ziegler (1957), asignaron una nueva especie conocida como *P. beckmanni*. Estos autores distinguen esta nueva especie del *T. caelatus* en la presencia de una plataforma estrecha, larga con costillas o crestas transversales fuertes y bien marcadas, las carenas presentan un decrecimiento en altura y robustez en sus dentículos hacia el posterior ; además, la cavidad basal es grande. Las especies citadas como *T. caelatus* según Huddle (1981), Ziegler (1965), Racki & Bultynck (1993), Hünecke (1995) y Aboussalam (2003) son formas con una fuerte y variada ornamentación, poseen una pequeña cavidad y en algunos casos presentan una débil o fuerte torsión en su extremo posterior.

En el material pirenaico, también encontramos formas de ornamentación regular (dentículos alineados y paralelos a ambos lados de la carena o crestas transversales rectas o sinuosas) a irregular (cerebroide) y la cavidad basal de estos ejemplares es más bien pequeña a mediana.

Distribución estratigráfica y geográfica: El rango de *T. caelatus* comienza desde la

base de la Biozona *Ansatus* y alcanza hasta la Zona MN1 (según Huddle 1981). Los ejemplares pirenaicos (secciones de Renanué y Villech) corresponderían al intervalo comprendido entre las biozonas *Ansatus* y *Semialternans/Latifossatus*.

Esta especie se ha registrado en Europa (Pirineos, Montaña Negra, Montañas Renanas, Harz y Montañas de Santa Cruz), África (SE de Marruecos), Norteamérica (Nueva York, N. de Indiana, Central y N de Iowa, Nevada, Columbia Británica), Asia (Centra, Tajikistán y SE, Guangxi) y en Australia (Queensland).

Tortodus kockelianus kockelianus

(Bischoff & Ziegler, 1957)

Figs. 7.12AA-AB

- 1957 *Polygnathus kockeliana* n. sp. Bischoff & Ziegler, p. 91, lám. 2, figs. 1-10; 11, 12 (non)
- 1966 *Polygnathus kockeliana* Bischoff & Ziegler; Wittekindt, p. 634, lám. 2, fig. 7
- 1970 *Polygnathus kockeliana* Bischoff & Ziegler; Seddom, p. 59, lám. 6, figs. 1, 2
- 1970 *Polygnathus kockeliana* Bischoff & Ziegler; Bultynck, p. 125, lám. 15, fig. 4
- 1977 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Weddige, pp. 328, 329, lám. 3, fig. 52
- 1979 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Lane *et al.*, p. 220, lám. 2, figs. 9-11, 14
- 1980 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Johnson *et al.*, lám. 3, fig. 21
- 1984 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Kim *et al.*, p. 86, lám. 23, fig. 10
- 1985 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Ziegler & Wang, p. 30, lám. 1, figs. 20, 21
- 1985 *Tortodus k. kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Bardashev & Ziegler, lám. 2, fig. 22
- 1985 *Polygnathus kockelianus kockelianus* Bischoff & Ziegler; Bultynck, lám. 7, fig. 19
- 1985 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Schönlaub, lám. 5, figs. 20-23
- 1989 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Mawson & Talent, lám. 6, fig. 19
- 1987 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Bultynck, p. 180, lám. 9, fig. 17
- 1989 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Wang, p. 132, lám. 42, figs. 10-12

1990 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Lazreq, lám. 2, figs. 1-4

1991 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Uyeno, p. 156, lám. 3, fig. 15

1991 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Bardashev, p. 78, lám. 4, figs. 19, 21

1992 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Bardashev, p. 68, tablas: 3, 5, 8, 9, 10; lám. 4, figs. 18, 22, 23 (re-ilustrado), 27-29, 32

1995 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Sáenz-López, p. 477, lám. 24, figs. 6-8

2003 *Tortodus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Pyle *et al.* tablas 1, 2, lám. 2, figs. 19-22

2010 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Gouwy, p. 159, 160, lám. 4, figs. 10a, b

2013 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler); Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 364, 365, fig. 8F

Material: 4 ejemplares procedentes de los siguientes niveles: Re'⁰⁴(3) y LGA178a.

Material publicado: LGA178a, MGV6183.

Material figurado: Re'⁰⁴, MGV5260.

Descripción: elementos incompletos, de contorno sinuoso y de forma sub-triangular. Lámina anterior preservada parcialmente y provista de al menos 4 dentículos ovalados.

Carenas anterior y posterior formadas por un fila continua de 7 a 13 dentículos, de sección circular a ovalada. Carenas anterior recta y posterior sinuosa. Los dentículos decrecen en tamaño hacia el extremo posterior.

La superficie de la plataforma es lisa. El contorno de la plataforma es simétrico en la porción anterior y asimétrico en la posterior; esta asimetría pronunciada se debe a una fuerte inflexión en el tercio posterior. La anchura máxima de la plataforma se localiza al comienzo del primer tercio anterior de la longitud. Como la preservación de la porción anterior es incompleta en vista lateral, sólo se puede decir que la porción posterior es ligeramente oblicua al plano basal. La tendencia de la altura de los dentículos es disminuir hacia el extremo posterior.

Si solo consideramos la longitud de la plataforma, el eje oro-aboral se sitúa casi al comienzo del tercio anterior.

Cavidad basal de tamaño mediano, con dos expansiones labiales muy anchas y asimétricas. Surco anterior recto o suavemente curvado con márgenes subparalelos en la parte preservada. Surco posterior curvado que comienza siendo muy ancho en continuidad con la cavidad basal, pero que distalmente se estrecha progresivamente sin llegar a cerrarse.

Discusión: esta especie fue inicialmente considerada dentro del género *Polygnathus*; posteriormente, Weddige (1977) lo incluye en un nuevo género definido como *Tortodus*.

Nuestros ejemplares presentan mucha similitud con la mayoría de los citados en la especie hasta ahora, y sólo hay una pequeña diferencia con el holotipo y paratipos, ya que estos tienen el extremo posterior más larga. Se diferencia de las restantes especies de tortódidos en que los dentículos de la plataforma son redondeados u ovalados y no tan agudos como en las otras especies; además, esta especie decrece en altura y presenta una inflexión muy marcada en el extremo posterior.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Weddige (1977), Belka *et al.* (1997) el rango de esta especie comienza en la base de la Biozona *Kockelianus* y termina en la Biozona *Ensensis* (Eifeliense más superior). Los ejemplares pirenaicos aparecen desde la base de la Biozona *Kockelianus* (Gouwy *et al.* 2013) hasta la de *Hemiansatus* (Liao & Valenzuela-Ríos, 2013).

Esta especie se registra desde Europa (Pirineos, Montañas Renanas y Negra, Eifel, Alpes Cárnicos), a Marruecos (Tafilalet, Maider, Pre-Sahara), Norteamérica (Columbia Británica, Yukon, Texas, Nevada), Asia Central (Turkestán,

Zeravshan-Hissar), E. de Asia (Perak, Guangxi) y Australia (Queensland).

Tortodus trispinatus Aboussalam, 2003

Figs. 7.12AC-AE

2003 *Tortodus trispinatus* n. sp. Aboussalam, p. 200, lám. 25, figs. 13, 14

2008 *Tortodus trispinatus* Aboussalam; Liao & Valenzuela-Ríos, p. 5, tabla 1B, figs. 4.I, 4.J y 4.K

Material: tres ejemplares procedentes de las siguientes muestras: Re15(1), CP45b(2), LGA200c(1). Material publicado y re-ilustrado: CP45b, MGUV5987. Material figurado: Re15, MGUV5274. Resto del material: LGA200c, MGUV5400.

Descripción: Elementos alargados, asimétricos, comprimidos lateralmente y de forma sinuosa.

Carenas onduladas formadas por al menos, 10 a 12 dentículos de secciones circulares a ovaladas en sus bases con extremos agudos y bien individualizados. La expansión lateral se desarrolla hacia un poco más de la mitad de la longitud total y puede ser simétrica a asimétrica. La inflexión de la carena se produce en la mitad posterior, con los dentículos correspondientes a esa porción presentado una inclinación oblicua muy marcada.

El perfil lateral de la unidad es convexo, con ambos extremos doblados aboralmente. La altura de los dentículos crece en la primera mitad y disminuye en la otra. Los dentículos anteriores son verticales mientras que los posteriores se inclinan postero-lateralmente.

Cavidad basal ovalada, de tamaño medio, profunda. Surcos abiertos, más anchos y profundos en la parte proximal, cerca de la cavidad basal.

Discusión: esta especie se parece en general a *T. bultyncki* en la ornamentación de la expansión lateral que es lisa y en la altura de los dentículos así como en sus terminaciones agudas, pero existen varias características que permiten distinguirlas como la altura de los dentículos, que en

T. trispinatus decrece posteriormente, mientras que *T. bultyncki* es variable; además, la expansión lateral en *T. trispinatus* es más asimétrica que en *T. bultyncki*.

T. trispinatus se diferencia también claramente de *T. schultzei* ya que ésta presenta una ornamentación más nodosa y una plataforma más ancha.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Aboussalam (2003) la especie tiene un rango de la Biozona *Ansatus* a la de *Hermanni*; sin embargo, el rango superior de los ejemplares pirenaicos alcanzaría hasta la Biozona *Semialternans/Latifossatus*.

Esta especie se registra en Europa (Pirineos, Montañas Renanas y Montaña Negra) y Sur de Marruecos.

Tortodus weddigei Aboussalam, 2003

Figs. 7.12AF, AG

1999 *Tortodus* sp. A, morfotipo "gamma" Sparling, p. 902, Fig. 5.7-5.9

2003 *Tortodus weddigei* n. sp. Aboussalam, p. 202, lám. 25, figs. 4-6 (único ejemplar como holotipo)

2008 *Tortodus weddigei* (Aboussalam); Liao & Valenzuela-Ríos, p. 5, tabla 1B, figs. 4.G y 4.H

Material: 17 ejemplares procedentes de los niveles de tres secciones: Re15(2), Re18(1), Re42(1), Re48(2); CP41b(2), CP42d(1), CP43b(1), CP43c₂(1), CP44(2), CP45b(2) y CP46a(2).

Material publicado y re-ilustrado: CP41b, MGUV5986. Material figurado: Re15, MGUV5275.

Descripción: Elementos alargados, simétricos a ligeramente asimétricos, comprimidos lateralmente y de forma globosa, con el extremo posterior agudo y curvado. La anchura máxima se localiza entre la mitad anterior y el último tercio posterior.

Las carenas son más o menos rectas en la mitad anterior y se curvan en la posterior. Están formadas por al menos, 12 a 16

dentículos de secciones circulares a ovaladas en sus bases; los dentículos anteriores están fusionados parcialmente y sus extremos son agudos y unidos, mientras que los posteriores están bien individualizados y son afilados casi desde sus bases.

Plataforma bien desarrollada con presencia de nódulos finos que pueden estar unidos formando crestas transversales cortas y marginales. La inflexión de la carena se produce en la mitad posterior, con los dentículos correspondientes a esa porción presentando una inclinación oblicua muy marcada.

El perfil lateral de la unidad es convexo, donde ambos extremos se doblan aboralmente. El perfil de los dentículos es sinuoso con dentículos que tienden a crecer al principio y a perder altura distalmente. Los dentículos anteriores son verticales mientras que los posteriores se reclina hacia el borde postero-lateral.

Cavidad basal romboidal a ovalada, simétrica, a asimétrica, de tamaño pequeño a medio, y poco profunda. Surco anterior estrecho que se comprime lateralmente y llega a cerrarse. Posteriormente se desarrolla una quilla curvada y elevada.

Discusión: esta especie se diferencia de *T. schultzei* en que la superficie de la plataforma es más estrecha y ligeramente asimétrica; además, la nodosidad en *T. weddigei* es mayor en número y más fina, mientras que en *T. schultzei* los nodos son redondeados y distribuidos en los márgenes.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según Aboussalam (2003), el rango de esta especie se sitúa en la Biozona *Ansatus*; sin embargo, datos actualizados de ejemplares pirenaicos amplían su rango superior hasta el techo de la Biozona *Semialternans/Latifossatus*.

Esta especie se registra en el Pirineo Central Español, Tafilalet (Sur de Marruecos) y Norteamérica (Ohio).

Fig. 7.1 Conodontos relevantes del género *Ancyrodella*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm .

A-D – *Ancyrodella africana* García-López 1981. Ejemplares de la capa LGA 226, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV5390, A: vista superior, B: vista inferior; MGUV 5391, C: vista superior, D: vista inferior.

E-P – *Ancyrodella chiyangi* n. sp. Ejemplares de la capa Basibé 2'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). Holotipo MGUV6120, E: vista superior, F: vista lateral, G: vista inferior; Paratipo MGUV6121, H: vista superior, I: vista lateral, J: vista inferior; MGUV6122, M: vista superior, N: vista inferior; MGUV6123, O: vista superior, P: vista inferior; Ejemplar de la capa CP 62, Zona MN2 (Klapper 1988). Paratipo MGUV5340, K vista superior, L: vista inferior.

Q-X – *Ancyrodella javieri* n. sp. Ejemplar de la capa Basibé 1'⁰⁴, Zona MN1 (Klapper 1988). Holotipo MGUV6124, T: vista superior, U: vista inferior; Ejemplares de la capa Basibé 2'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). Paratipo MGUV6125, Q: vista superior, R: vista lateral, S: vista inferior; Paratipo MGUV6126, V: vista superior, W: vista lateral, X: vista inferior.

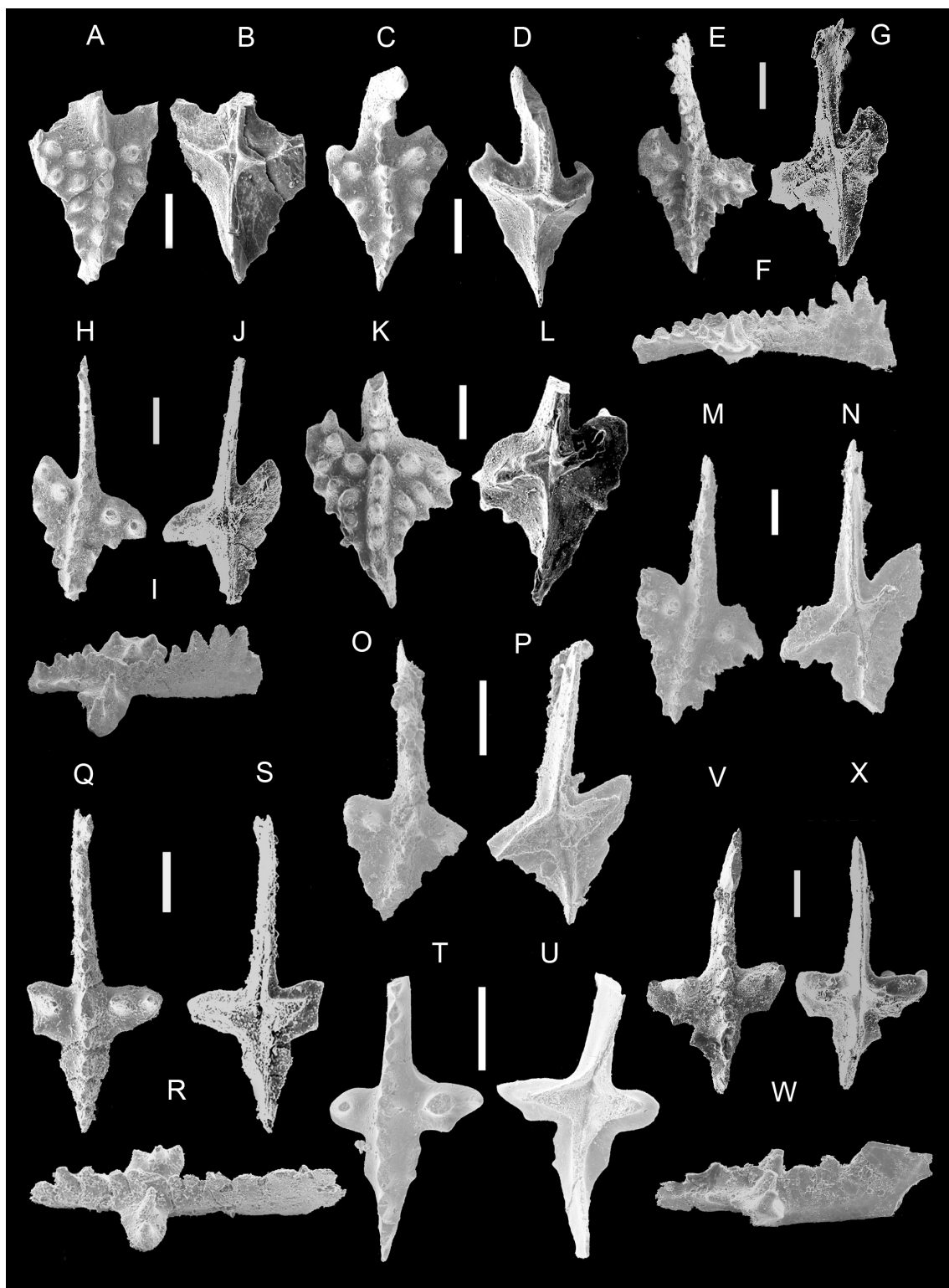


Fig. 7.2 Conodontos con especímenes relevantes del género *Ancyrodella*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción de la Fig. 7.2U = 500 μm).

A-B – *Ancyrodella javieri* n. sp. Ejemplar de la capa Basibé 2'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6127, A: vista superior, B: vista inferior.

C-H – *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha y Chernysheva, 1970. Ejemplares (re-ilustrados) de la capa LGA221₁₉₅₋₂₀₀, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6150, C: vista superior y MGUV6151, D: vista superior; Ejemplares de la capa Basibé 1'⁰⁴, Zona MN1 (Klapper 1988). MGUV6128, E: vista superior, F: vista lateral; MGUV6129, G: vista superior, H: vista inferior.

I-P – *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister y Klapper 1966. Ejemplares (re-ilustrados) de la capa LGA225_{top}, Zona MN3 (Klapper 1988). MGUV6152, I: vista superior, J: vista inferior y MGUV6153, K: vista superior, L: vista inferior; Ejemplares de la capa LGA226, Zona MN3 (Klapper 1988). MGUV5392, M: vista superior, N: vista lateral; Ejemplar de la capa Basibé 4'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988) MGUV6130, O: vista superior, P: vista inferior.

Q-T – *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant, 1921). Ejemplar de la capa CP/62, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV5341, Q: vista superior, R: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/64, Zona MN3 (Klapper 1988). MGUV5342, S: vista superior, T: vista inferior.

U-X – *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant, 1921). Ejemplares (re-ilustrados) que corresponden a la Zona MN2 (Klapper 1988): Capa LGA221₁₉₅₋₂₀₀, MGUV6154, U: vista superior, V: vista inferior; Capa LGA222₁₀₋₁₆, MGUV6155, W: vista superior, X: vista inferior.

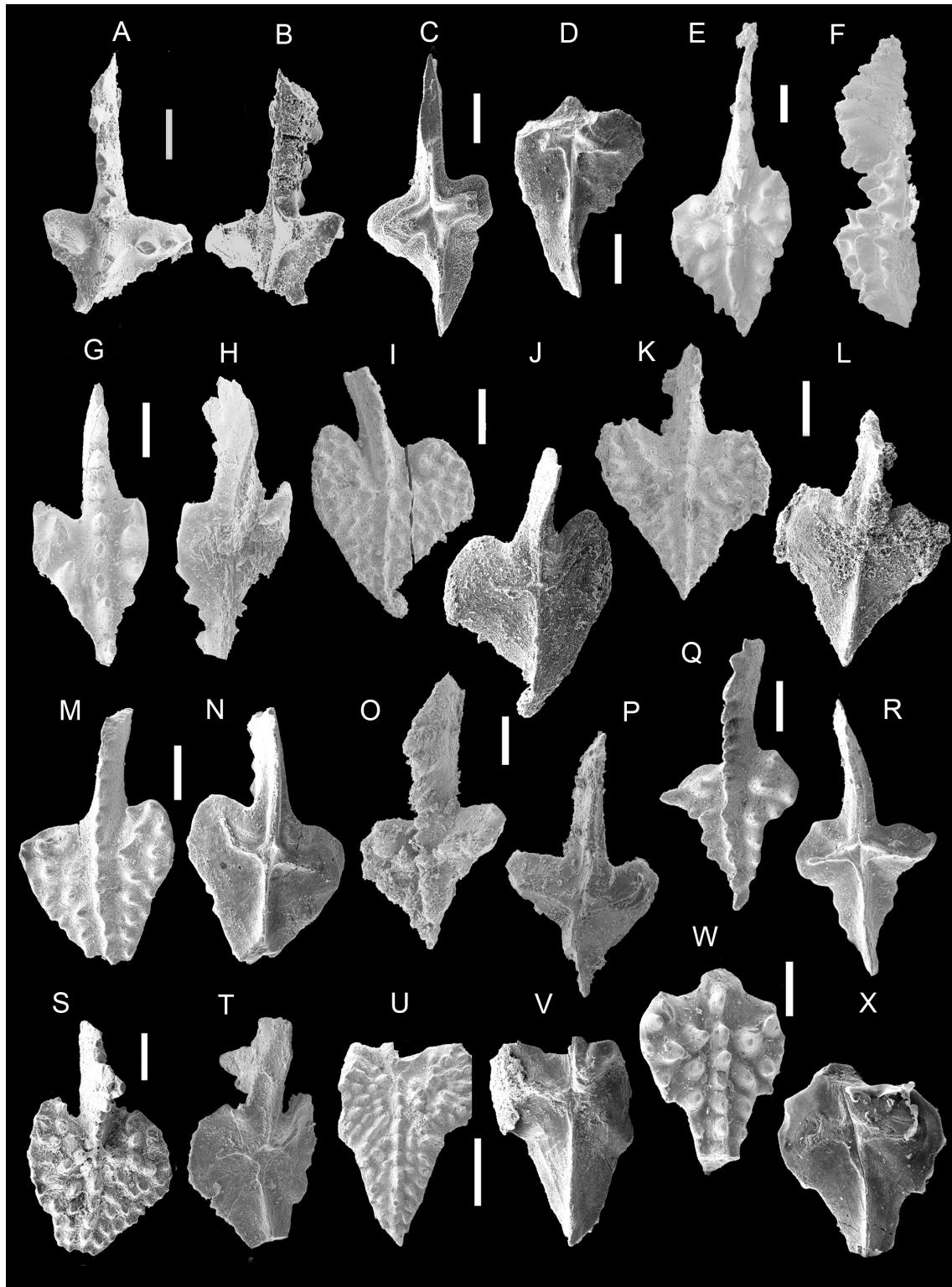


Fig. 7.3 Conodontos relevantes de los géneros *Ancyrodella* e *Icriodus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en la Fig. 7.3AA = 100 μm).

A-D – *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant, 1921). Ejemplar de la capa Basibé 2'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6131, A: vista superior, B: vista inferior. Ejemplar de la capa Basibé 4'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6132, C: vista superior, D: vista inferior.

E-J – *Icriodus amabilis* Bultynck y Hollard, 1980. Ejemplares de la capa Re'⁰⁴, biozonas *Eiflius-Kockelianus*. MGUV5300, E: vista superior, F: vista lateral, G: vista inferior. MGUV5301, H: vista superior, I: vista lateral, J: vista inferior.

K – *Icriodus brevis brevis* Staufer, 1940. Ejemplar de la capa Re55+260'⁰⁰, Biozona *Hermanni* Superior. MGUV5302, vista superior.

L-Q – *Icriodus difficilis* Ziegler y Klapper, 1976. Ejemplar de la capa Re 24, Biozona *Ansatus*. MGUV5303, L: vista superior, M: vista lateral, N: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/19a'⁰², Biozona *Ansatus*. MGUV5343, O: vista superior, P: vista lateral, Q: vista inferior.

R-T – *Icriodus latecarinatus* Bultynck, 1974. Ejemplar de la capa Re43, Biozona *Ansatus*. MGUV5304, R: vista superior, S: vista lateral, T: vista inferior.

U-X – *Icriodus latericrescens latericrescens* Branson y Mehl, 1938. Ejemplar de la capa Re 21, Biozona *Ansatus*. MGUV5305, U: vista superior, V: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/59'⁰⁴, Zona MN1 (Klapper 1988). MGUV5344, W: vista superior, X: vista inferior.

Y, Z – *Icriodus lilliputensis* Bultynck, 1987. Ejemplar de la capa Re24, Biozona *Ansatus*. MGUV5306, Y: vista superior, Z: vista inferior.

AA-AC – *Icriodus lindensis* Weddige, 1977. Ejemplares de la capa Re19, Biozona *Ansatus*. MGUV5307, AA: vista superior, AB: vista lateral, AC: vista inferior.

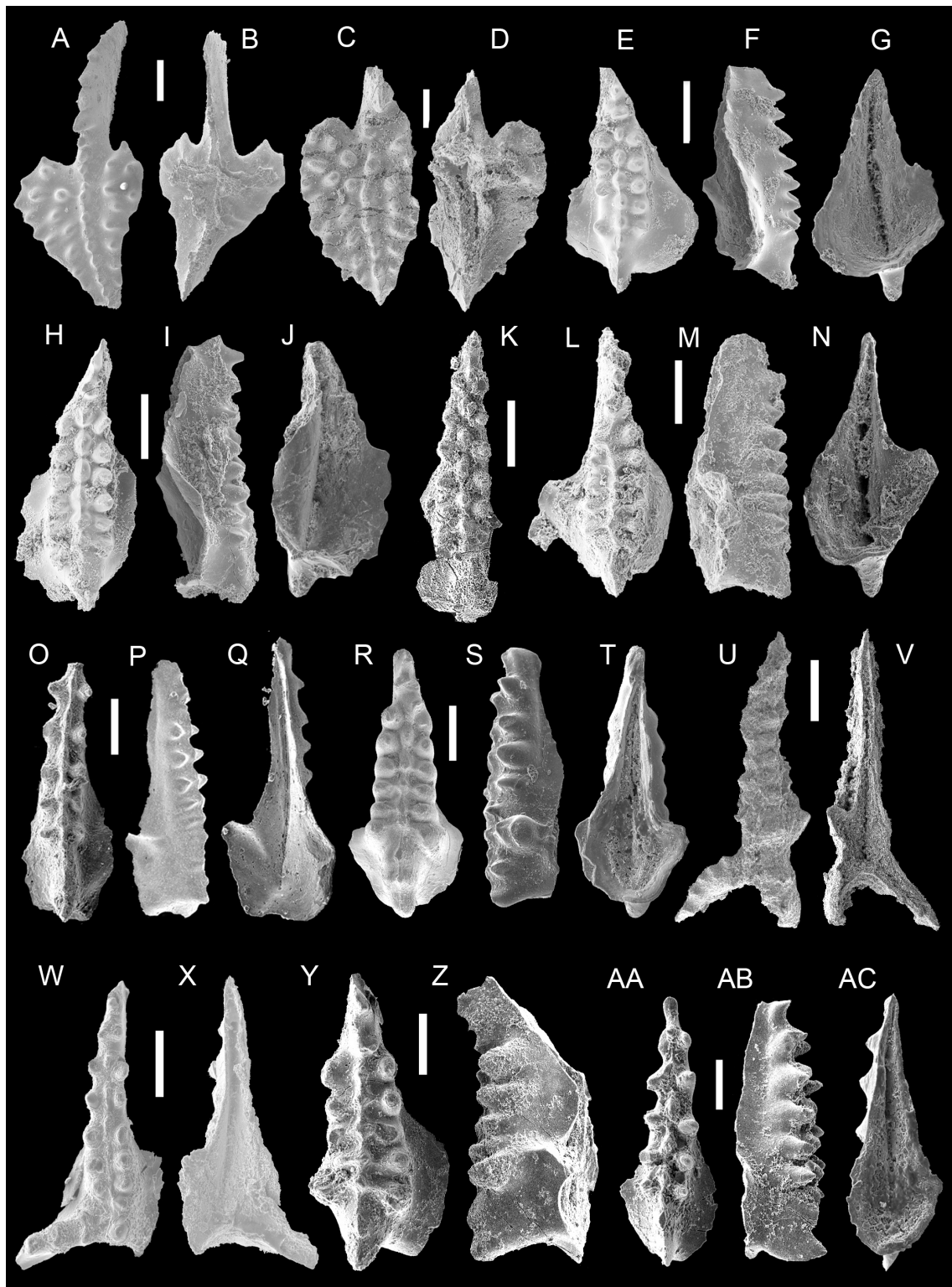


Fig. 7.4 Conodontos relevantes de los géneros *Icriodus* y *Klapperina*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm .

A-B – *Icriodus lindensis* Weddige, 1977. Ejemplar de la capa Re19, Biozona *Ansatus*. MGUV 5308, A: vista superior, B: vista inferior.

C-H – *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplar de la capa Re-8, Biozona *Hemiansatus*. MGUV 5268, C: vista superior, D: vista lateral, E: vista inferior. Ejemplar de la capa Re-5, Biozona *Hemiansatus*. MGUV 5309, F: vista superior, G: vista lateral, H: vista inferior.

I-L – *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplar de la capa CP/19a-b, Biozona *Ansatus*. MGUV 5345, I: vista superior, J: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/21, Biozona *Ansatus*. MGUV 5346, K: vista superior, L: vista inferior.

M-U – *Icriodus struvei* Weddige, 1977. Ejemplares de la capa Re⁰⁴, biozonas *Eiflius-Kockelianus*. MGUV 5261, M: vista superior, N: vista lateral, O: vista inferior; MGUV5310, P: vista superior, Q: vista lateral, R: vista inferior. Ejemplar de la capa Re-8, Biozona *Hemiansatus*. MGUV 5311, S: vista superior, T: vista lateral, U: vista inferior.

V-AA – *Icriodus symmetricus* Branson y Mehl, 1934. Ejemplar de la capa Re53, Biozona *Semialternans/Latifossatus*. MGUV5312, V: vista superior, W: vista lateral, X: vista inferior. Ejemplar de la capa Re55+300⁰⁰, Biozona *Disparilis* Inferior. MGUV5313, Y: vista superior, Z: vista lateral, AA: vista inferior.

AB-AC – *Klapperina disparilis* (Ziegler y Klapper, 1976). Ejemplar de la capa Re56, Biozona *Norrisi*. MGUV5287, AB: vista superior, AC: vista inferior.

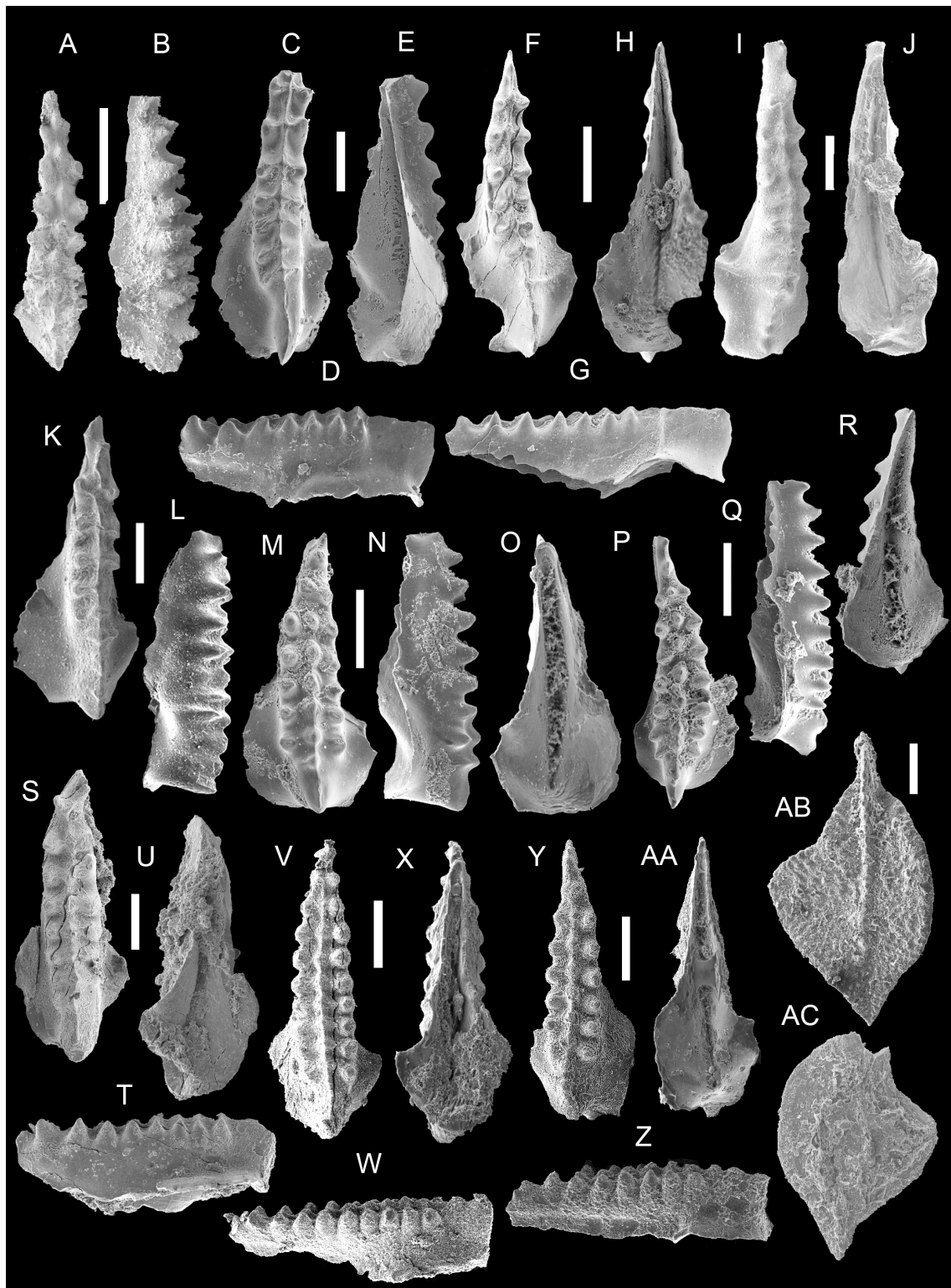


Fig. 7.5 Conodontos relevantes de los géneros *Klapperina*, *Mesotaxis* y *Ozarkodina*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 µm (a excepción en la Fig. 7.5Y = 100 µm).

A, B – *Klapperina disparilis* (Ziegler y Klapper, 1976). Ejemplar de la capa CP/51, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5347, A: vista superior, B: vista inferior.

C-F – *Klapperina disparilis* (Ziegler y Klapper, 1976). Ejemplares (re-ilustrados) correspondientes a la Biozona *Disparilis* Superior: capa LGA218₇₈₋₈₈, MGUV6157, C: vista superior, D: vista inferior y capa LGA219₄₈₋₅₆, MGUV6158, E: vista superior, F: vista inferior.

G, H – *Klapperina disparalvea* (Orr y Klapper, 1968). Ejemplar de la capa Re55+675'⁰⁰, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV5290, G: vista superior, H: vista inferior.

I, J – *Klapperina ovalis* (Ziegler y Klapper, 1964). Ejemplar de la capa Re57'⁰⁴, Biozona *Norrisi*. MGUV5315, I: vista superior, J: vista inferior.

K, L – *Klapperina ovalis* (Ziegler y Klapper, 1964). Ejemplar de la capa CP/53, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5348, K: vista superior, L: vista inferior.

M – *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler y Bultynck, 1989. Ejemplar de la capa CP/58b, Biozona *Norrisi*. MGUV5349, vista superior.

N, O – *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler y Bultynck, 1989. Ejemplar de la capa Basibé 3'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6133, N: vista superior, O: vista inferior.

P-R – "*Ozarkodina sannemanni adventa* (Pollock 1968). Ejemplar de la capa Re58, Biozona *Norrisi*. MGUV5289, P: vista superior, Q: vista lateral, R: vista inferior.

S-U – "*Ozarkodina sannemanni adventa* (Pollock 1968). Ejemplar de la capa CP/46a, Biozona *Hermanni* Inferior. MGUV5350, S: vista superior, T: vista lateral, U: vista inferior.

V-X – "*Ozarkodina sannemanni adventa* (Pollock 1968). Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA189top, Biozona *Hermanni* Inferior. MGUV6160, V: vista superior, W: vista lateral, X: vista inferior.

Y-AA – "*Ozarkodina sannemanni proxima* (Pollock 1968). Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA219₁₀₈₋₁₂₀, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV6161, Y: vista superior, Z: vista lateral, AA: vista inferior.

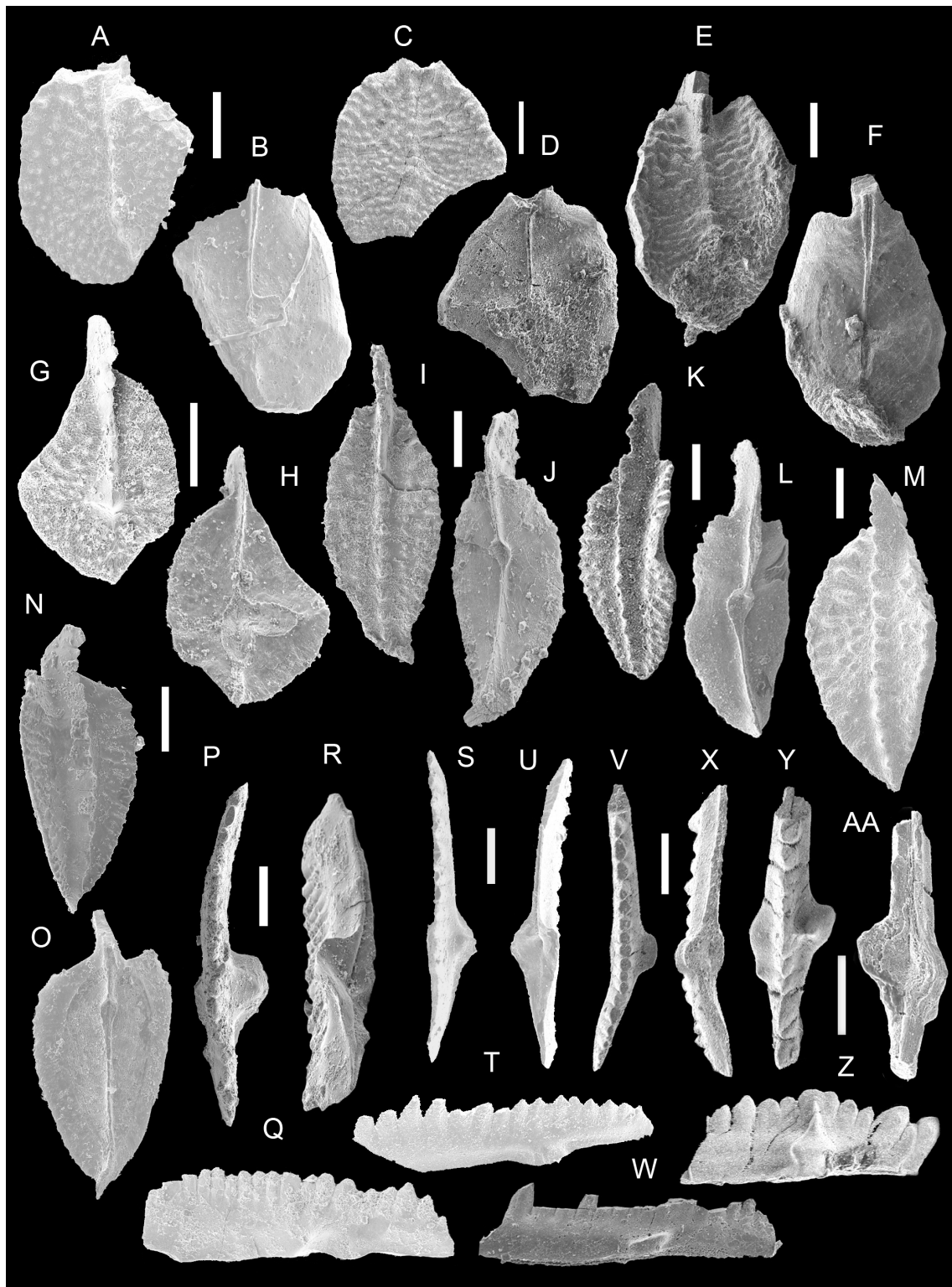


Fig. 7.6 Conodontos relevantes de los géneros *Ozarkodina* y *Polygnathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en las Figs. 7.6K, P, X = 250 μm).

A-F – "*Ozarkodina sannemanni sannemanni* (Ziegler 1957). Ejemplar de la capa Re56, Biozona *Norrissi*. MGUV5316, A: vista superior, B: vista lateral, C: vista inferior. Ejemplar de la capa Re58, Biozona *Norrissi*. MGUV5317, D: vista superior, E: vista lateral, F: vista inferior.

G-J – "*Ozarkodina semialternans* (Wirth, 1967). Ejemplar de la capa Re56'⁰¹, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5285, G: vista superior, H: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/58b'⁰², Biozona *Norrissi*. MGUV5318, I: vista superior, J: vista inferior.

K – *Polygnathus alveoliposticus* Orr y Klapper, 1968. Vista superior del ejemplar re-ilustrado de la capa LGA219₂₂₅₋₂₄₀, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV6162.

L-O – *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. Ejemplares de la capa Re'⁰⁴, Biozona *Eiflius-Kockelianus*. MGUV5319, L: vista superior, M: vista inferior; MGUV5263, N: vista superior, O: vista inferior.

P, Q – *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA178a, Biozona *Hemiansatus*. MGUV6164, P: vista superior, Q: vista inferior

R-W – *Polygnathus angustipennatus* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplares de la capa Re'⁰⁴, Biozona *Eiflius-Kockelianus*. MGUV5262, R: vista superior, S: vista inferior; MGUV5320, T: vista superior, U: vista inferior; MGUV5321, V: vista superior, W: vista inferior;

X – *Polygnathus angustipennatus* Bischoff y Ziegler, 1957. Vista superior del ejemplar re-ilustrado de la capa LGA178a, Biozona *Hemiansatus*. MGUV6163.

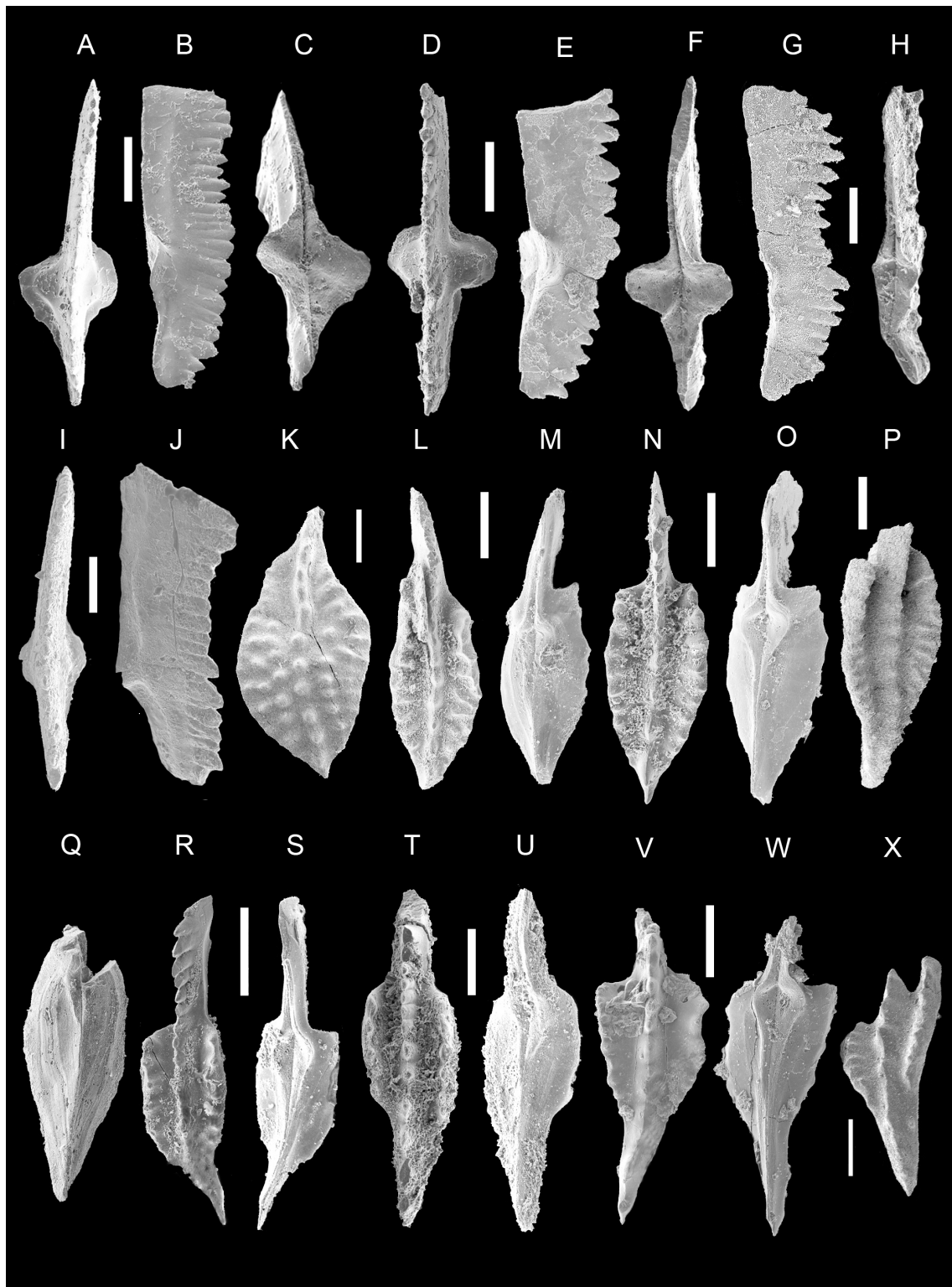


Fig. 7.7 Conodontos relevantes del género *Polygnathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares se indican en sus apartados correspondientes.

A-F – *Polygnathus ansatus* Ziegler y Klapper, 1976. Ejemplar de la capa Re10, Biozona *Ansatus*. MGUV5272, A: vista superior, B: vista inferior. Ejemplares de la capa Re55, biozona de *semialternans/latifossatus*. MGUV5322, C: vista superior, D: vista inferior; MGUV5273, E: vista superior, F: vista inferior. (Escala gráfica: 200 µm).

G, H – *Polygnathus ansatus* Ziegler y Klapper, 1976. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA197, Biozona *Ansatus*. MGUV6165, G: vista superior, H: vista inferior. (Escala gráfica: 100 µm).

I-J – *Polygnathus collieri* Huddle, 1981. Ejemplar de la capa CP/61, Zona MN2 (Klapper, 1988). MGUV5352, I: vista superior, J: vista inferior. (Escala gráfica: 500 µm).

K-L – *Polygnathus collieri* Huddle, 1981. Ejemplar de la capa LGA-I/1a, Biozona *Norrisi*. MGUV5394, K: vista superior, L: vista inferior. (Escala gráfica: 250 µm).

M, N – *Polygnathus costatus oblongus* Weddige, 1977. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA168, Biozona *Ensensis/Kockelianus*. MGUV6166, M: vista superior, N: vista inferior. (Escala gráfica: 200 µm).

O – *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. Vista superior del ejemplar de la capa Re55+260'⁰⁰, Biozona *Hermanni* Superior. MGUV5278. (Escala gráfica: 500 µm).

P, Q – *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. Ejemplar de la capa CP/51, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5353, P: vista superior, Q: vista inferior. (Escala gráfica: 200 µm).

R-T – *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. Ejemplar de la capa LGA216a'⁰⁶, Biozona *Disparilis* Inferior. MGUV5353, R: vista superior, S: vista inferior. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA219₄₈₋₅₆, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV6169, T: vista superior. (Escala gráfica: 250 µm).

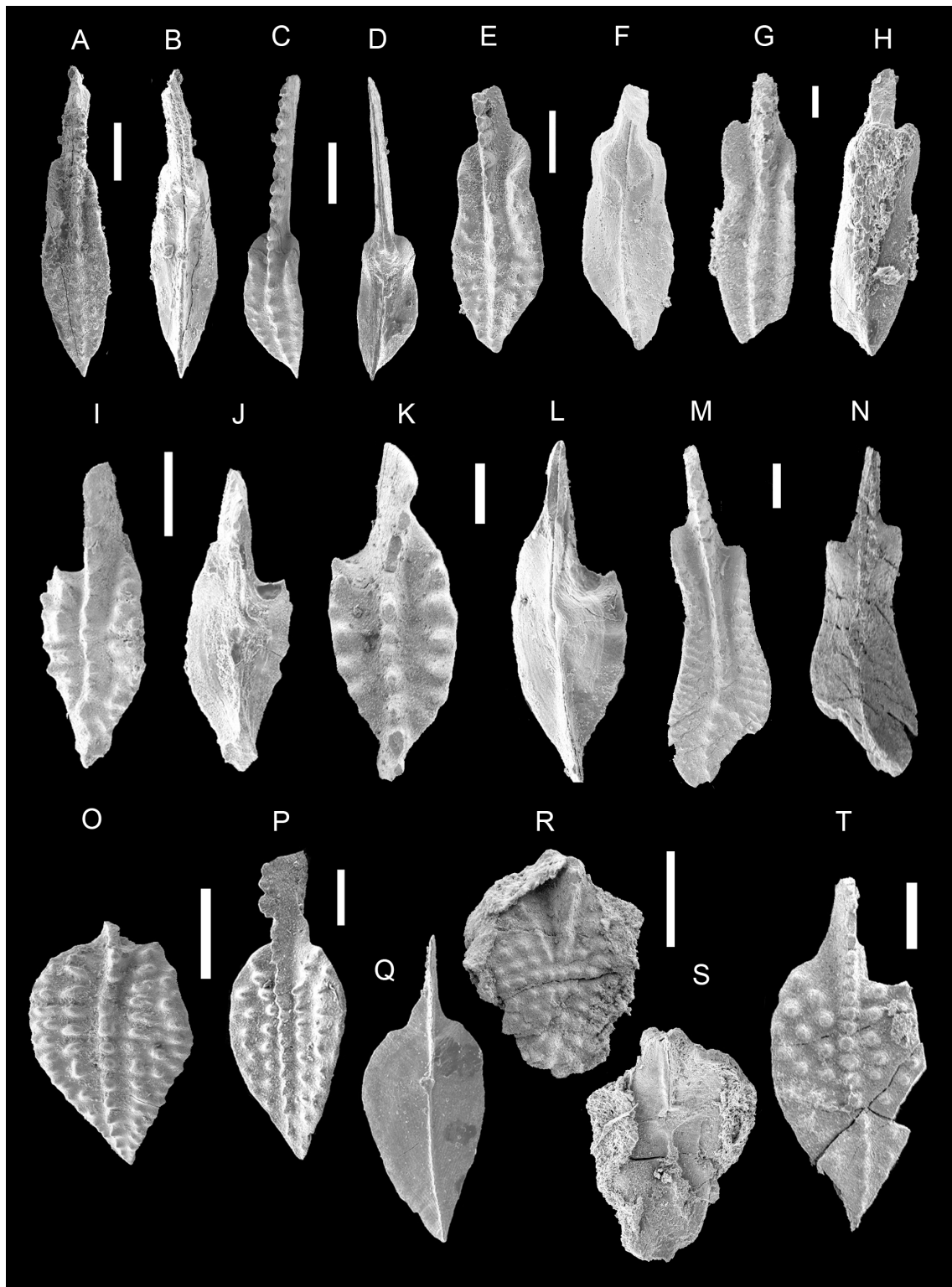


Fig. 7.8 Conodontos relevantes del género *Polygnathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en las Figs. 7.8J = 250 μm ; 7.8N, V, Y = 500 μm).

A – *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle, 1934. Vista superior del ejemplar de la capa Re56'⁰¹, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5279.

B-D – *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle, 1934. Vista superior del ejemplar de la capa CP/51, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5354. Ejemplar de la capa CP/58b'⁰², biozona de *norrisi*. MGUV5355, C: vista superior, D: vista inferior.

E – *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle, 1934. Vista superior del ejemplar (re-ilustrado) de la capa LGA221₄₆₋₅₁, Biozona *Norrisi*. MGUV6170.

F, G – *Polygnathus decorosus* Stauffer, 1938. Ejemplar de la capa Basibé 3'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6134, F: vista superior, G: vista inferior.

H, I – *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplar de la capa Re57'⁰⁴, Biozona *Norrisi*. MGUV5323, F: vista superior, G: vista inferior.

J, K – *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA219₂₂₅₋₂₄₀, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV6171, J: vista superior, K: vista inferior.

L, M – *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplar de la capa Basibé 1'⁰⁴, Zona MN1 (Klapper 1988). MGUV6135, L: vista superior, M: vista inferior.

N, O – *Polygnathus dubius* Hinde, 1879. Ejemplar de la capa Re56'⁰¹, Biozona *Disparilis* Superior. MGUV5283, N: vista superior, O: vista inferior.

P, Q – *Polygnathus dubius* Hinde, 1879. Ejemplar de la capa Basibé 2'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6136, P: vista superior, Q: vista inferior.

R-U – *Polygnathus eiflii* Bischoff y Ziegler, 1957. Ejemplares procedentes de la Biozona *Hemiansatus*: Capa Re-8, MGUV5265, R: vista superior, S: vista inferior; Capa Re-5, MGUV5324, T: vista superior, U: vista inferior.

V – *Polygnathus furtivus* Ji (en Hou et al., 1986). Vista superior del ejemplar de la capa Basibé 4'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV6137.

W-Z – *Polygnathus furtivus* Ji (en Hou et al., 1986). Ejemplares de la capa CP/62b, Zona MN2 (Klapper 1988). MGUV5356, W: vista superior, X: vista inferior; MGUV5357, Y: vista superior, Z: vista inferior.

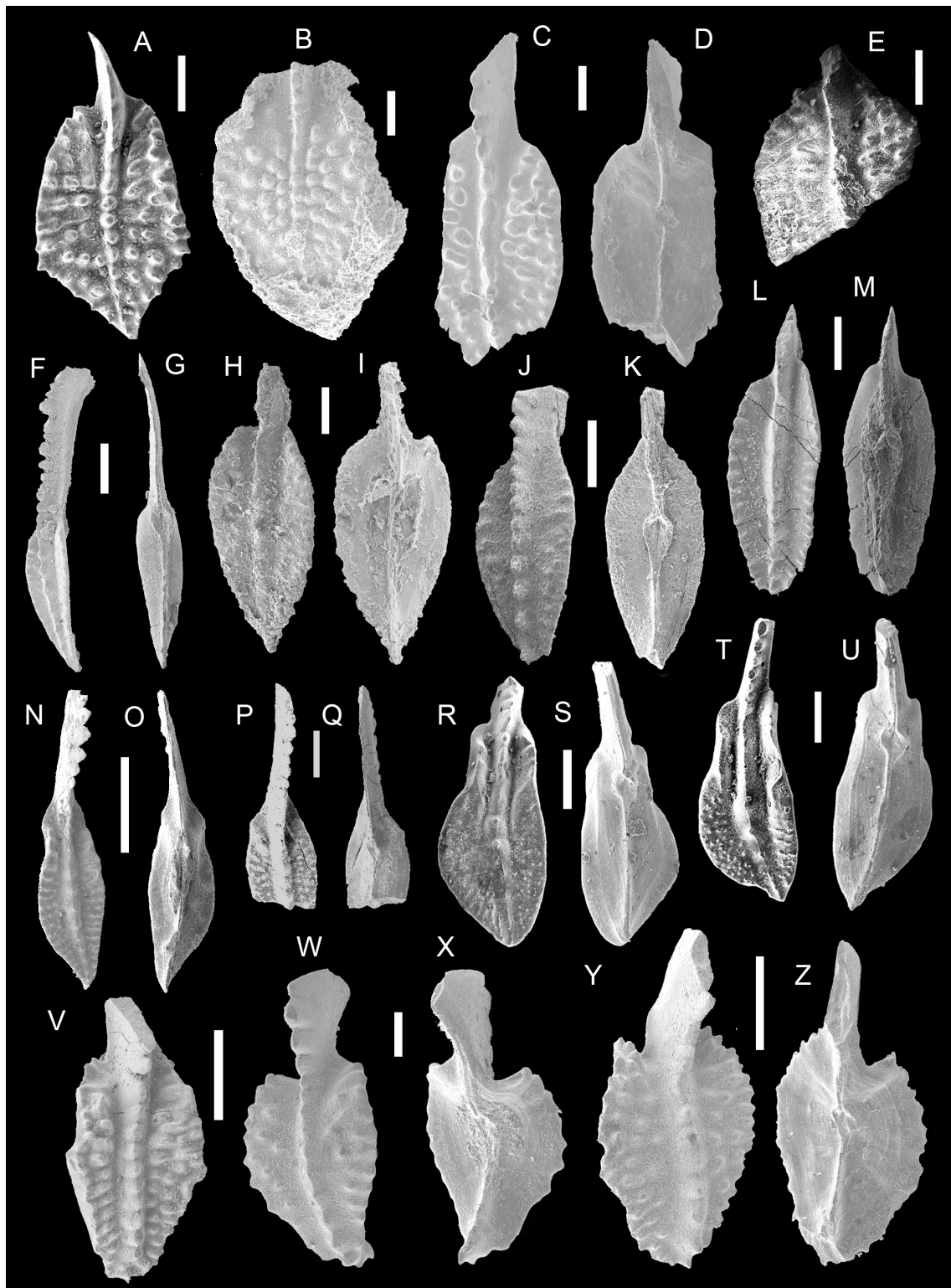


Fig. 7.9 Conodontos relevantes del género *Polygnathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en las Figs. 7.9K = 250 μm ; 7.9S= 500 μm).

A-F – *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. Ejemplares de la Biozona *Hemiansatus*: Capa Re-8, MGUIV5325, A: vista superior, B: vista inferior; Capa Re-7, MGUIV5326, C: vista superior, D: vista inferior; Capa Re-5, MGUIV5327, E: vista superior, F: vista inferior.

G, H – *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. Ejemplar de la capa CP/20, Biozona *Ansatus*. MGUIV5358, G: vista superior, H: vista inferior.

I-L – *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA180, Biozona *Hemiansatus*. MGUIV6173, I: vista superior, J: vista inferior. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA189'⁰⁶, Biozona *Hermannii* Inferior. MGUIV6184, K: vista superior, L: vista inferior.

M-P – *Polygnathus latifossatus* Wirth, 1967. Ejemplar de la capa CP/46b, Biozona *Hermannii* Inferior. MGUIV5359, M: vista superior, N: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/49, Biozona *Disparilis* Inferior. MGUIV5360, O: vista superior, P: vista inferior.

Q, R – *Polygnathus limitaris* Ziegler, Klapper y Johnson, 1976. Ejemplar de la capa CP/46a, Biozona *Hermannii* Inferior. MGUIV5361, Q: vista superior, R: vista inferior.

S, T – *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz y Ziegler, 1979. Vista superior de los ejemplares de la capa CP/41a, Biozona *Ansatus*. MGUIV5362, 5363.

U, V – *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz y Ziegler, 1979. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA167, Biozona *Kockelianus*. MGUIV5967, U: vista superior, V: vista inferior. .

W-X – *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde, 1879. Ejemplar de la capa CP/42, Biozona *Ansatus*. MGUIV5364, W: vista superior, X: vista inferior.

Y-Z – *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde, 1879. Ejemplar de la capa LGA174, Biozona *Ensensis/Kockelianus*. MGUIV5395, Y: vista superior, Z: vista inferior.

AA – *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. Vista superior del ejemplar de la capa Re53, Biozona *Semialternans/Latifossatus*. MGUIV5276.

AB-AE – *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. Ejemplares de la capa CP/48, Biozona *Disparilis* Inferior. MGUIV5365, AB: vista superior, AC: vista inferior; MGUIV5366, AD: vista superior, AE: vista inferior.

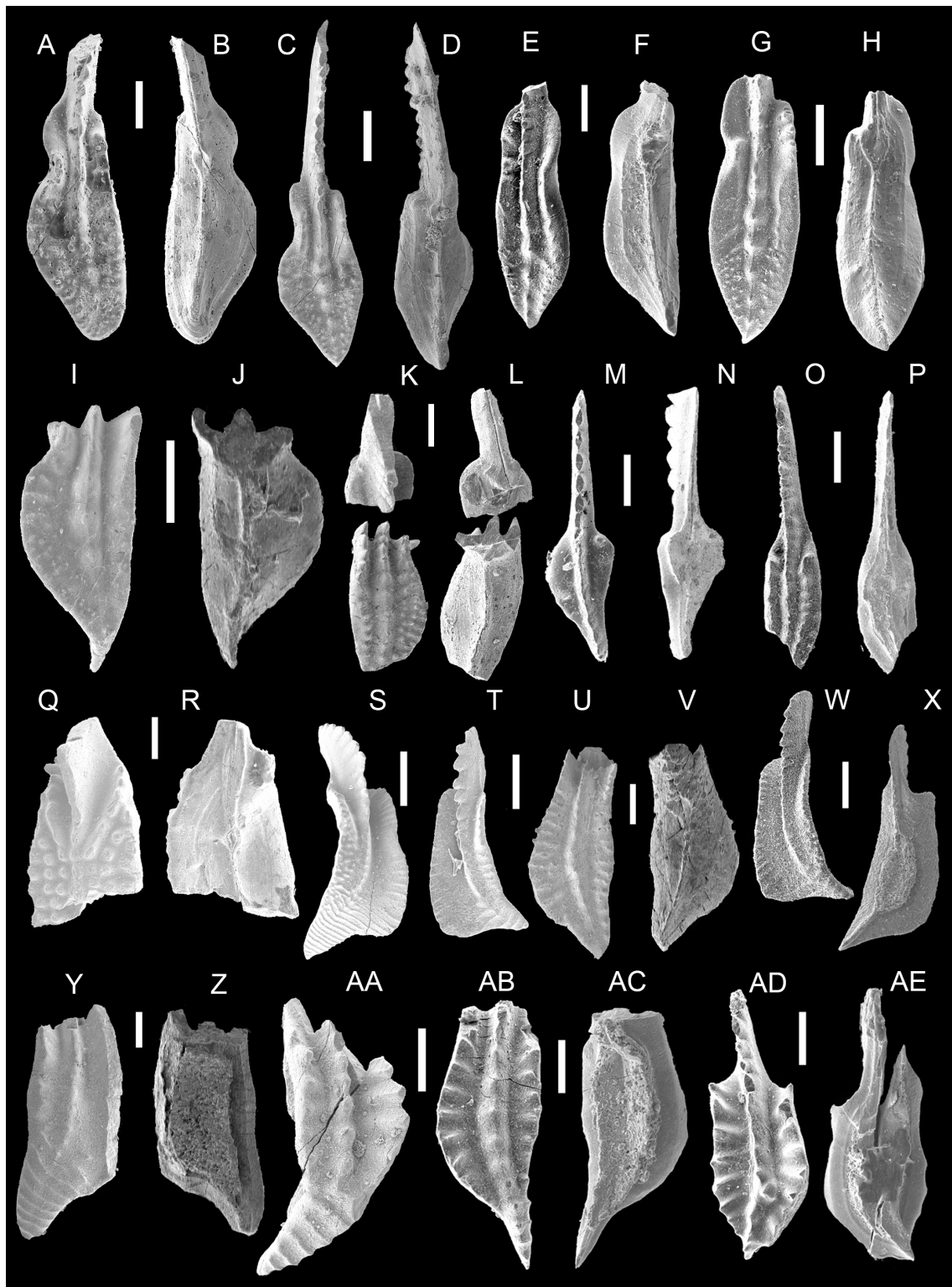


Fig. 7.10 Conodontos relevantes del género *Polygnathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en las Figs. 7.10A = 100 μm ; 7.10C = 250 μm ; 7.10K, AB = 500 μm).

A-D – *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA201_{15 cm inf.}, Biozona *Hermanni* Inferior. MGUV6176, A: vista superior, B: vista inferior. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA214b_{10 cm sup.}, Biozona *Hermanni* Superior?. MGUV6185, C: vista superior, D: vista inferior.

E-H – *Polygnathus linguiformis weddigei* Clausen, Leuteriz y Ziegler 1979. Ejemplar de la capa Re49, Biozona *Ansatus*. MGUV5328, E: vista superior, F: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/16, Biozona *Ansatus*. MGUV5367, G: vista superior, H: vista inferior.

I, J – *Polygnathus linguiformis* ssp. Liao y Valenzuela-Ríos, 2013. Ejemplar re-ilustrado de la capa LGA171, Biozona *Ensensis/Kockelianus*. MGUV6177, I: vista superior, J: vista inferior.

K-N – *Polygnathus ordinatus* Bryant, 1921. Ejemplares de la Biozona *Norrisi*: Capa Re56, MGUV5329, K: vista superior, L: vista inferior; Capa Re57'⁰⁴, MGUV5330, M: vista superior, N: vista inferior.

O, P – *Polygnathus ovatinodosus* Ziegler y Klapper (en Ziegler *et al.*, 1976). Ejemplar de la capa CP/45c, Biozona *Semialternans/Latifossatus*. MGUV5368, O: vista superior, P: vista inferior.

Q-S – *Polygnathus pennatus* Hinde, 1879. Ejemplares de la Zona MN2 (Klapper 1988): Capa Basibé 2'⁰⁴, MGUV6138, Q: vista superior; Capa Basibé 3'⁰⁴, MGUV6139, R: vista superior, S: vista inferior.

T-W – *Polygnathus pseudofoliatatus* Wittekindt, 1966. Ejemplares de la Capa Re-5, Biozona *Hemiansatus*: MGUV5331, T: vista superior, U: vista inferior; MGUV5266, V: vista superior, W: vista inferior.

X, Y – *Polygnathus pseudofoliatatus* Wittekindt, 1966. Ejemplar de la capa LGA214c_{8 cm sup.}, Biozona *Disparilis* Inferior. MGUV5396, X: vista superior, Y: vista inferior.

Z, AA – *Polygnathus pseudoeiflius* Walliser y Bultynck 2011. Ejemplar de la capa Re'⁰⁴, Biozona *Eiflius-Kockelianus*. MGUV5264, Z: vista superior, AA: vista inferior.

AB-AE – *Polygnathus rhenanus* Klapper, Philip y Jackson, 1970. Ejemplares de la Biozona *Ansatus*: Capa Re9'⁰², MGUV5332, AB: vista superior, AC: vista inferior; Capa CP/14'⁰², MGUV5369, AD: vista superior, AE: vista inferior.

AF-AG – *Polygnathus rugosa* Huddle, 1934. Ejemplar de la Biozona *Norrisi*: Capa CP/59'⁰², MGUV5370, AF: vista superior, AG: vista inferior.

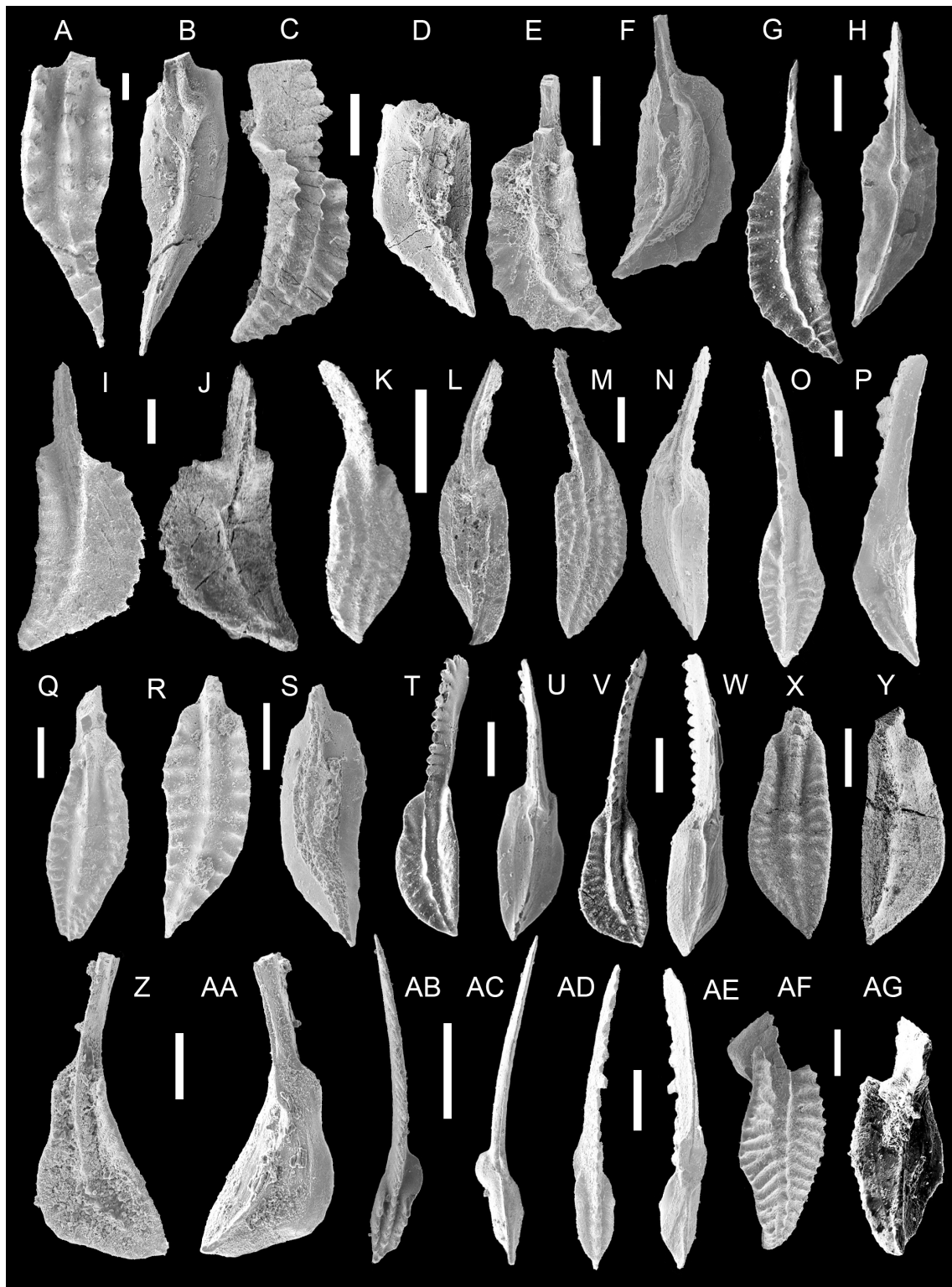


Fig. 7.11 Conodontos relevantes del género *Polygnathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en las Figs. 7.11A, N = 250 μm ; 7.11T = 500 μm).

A-D – *Polygnathus rugosa* Huddle, 1934. Ejemplar de la capa LGA221'⁰⁶₁₂₂₋₁₃₀, Zona MN1 (Klapper 1988), MGUIV5397, A: vista superior, B: vista inferior. Ejemplar de la capa Basibé 2'⁰⁴, Zona MN2 (Klapper 1988), MGUIV6140, C: vista superior, D: vista inferior.

E-J – *Polygnathus tafilensis* Aboussalam y Becker, 2007. Ejemplares de la Zona MN2 (Klapper 1988): Capa CP/60, MGUIV5371, E: vista superior, F: vista inferior; Capa LGA221'⁹⁵⁻²⁰⁰, MGUIV6178 (re-ilustrado), G: vista superior, H: vista inferior; Capa Basibé 4'⁰⁴, MGUIV6141, I: vista superior, J: vista inferior.

K – *Polygnathus timorensis* Klapper, Philip & Jackson, 1970. Vista superior del ejemplar de la capa CP/48, Biozona *Disparilis* Inferior, MGUIV5372.

L-O – *Polygnathus timorensis* Klapper, Philip & Jackson, 1970. Ejemplares de la Biozona *Hermanni* Inferior: Capa LGA184, MGUIV6179 (re-ilustrado), L: vista superior, M: vista inferior; Capa LGA189, MGUIV5398, N: vista superior, O: vista inferior.

P, Q – *Polygnathus varcus* Stauffer, 1940. Ejemplar de la capa Re55, Biozona *Semialternans/Latifossatus*, MGUIV5333, P: vista superior, Q: vista inferior.

T-S – *Polygnathus webbi* Stauffer, 1938. Ejemplar de la capa Re55+300'⁰⁰, Biozona *Disparilis* Inferior, MGUIV5280, T: vista superior. Ejemplar de la capa Re55+675'⁰⁰, Zona de MN2 (Klapper, 1988), MGUIV5334, R: vista superior; S: vista inferior.

U-X – *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler y Klapper (en Ziegler *et al.*), 1976. Ejemplares de la Biozona *Ansatus*: Capa Re12, MGUIV5335, U: vista superior, V: vista inferior; Capa CP/44'¹⁰⁻¹⁶, MGUIV5373, W: vista superior, X: vista inferior.

Y, Z – *Polygnathus xylus xylus* Stauffer, 1940. Ejemplar de la Capa Re19, Biozona *Ansatus*, MGUIV5336, Y: vista superior, Z: vista inferior.

AA - AD – *Polygnathus* sp. A. Liao y Valenzuela-Ríos, 2012. Ejemplar re-ilustrado de la Capa Amp2, Zona MN5? (Klapper, 1988), MGUIV6108, AA: vista superior, AB: vista inferior. Ejemplar re-ilustrado de la Capa Amp1, Zona MN4 (Klapper, 1988), MGUIV6107, AC: vista superior, AD: vista inferior.

AE, AF – *Polygnathus* sp. B. Liao y Valenzuela-Ríos, 2012. Ejemplar re-ilustrado de la Capa Amp7, Zona MN6 (Klapper, 1988), MGUIV6110, AE: vista superior, AF: vista inferior.

AG, AH – *Polygnathus* sp. C. Liao y Valenzuela-Ríos, 2013b. Ejemplar de la Capa Re44a, Biozona *Ansatus*, MGUIV5337, AG: vista superior, AH: vista inferior.

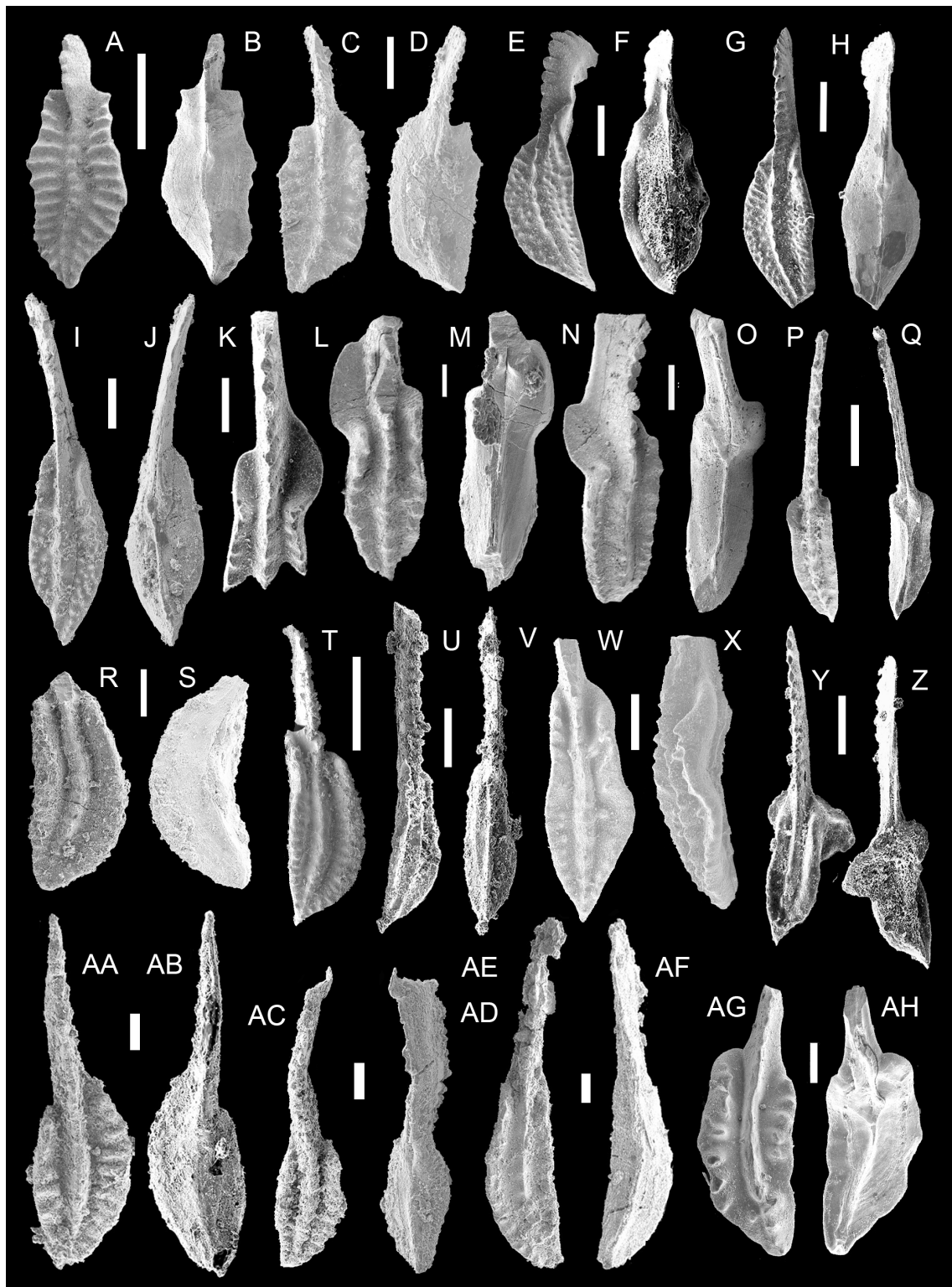


Fig. 7.12 Conodontos relevantes del género *Schmidtognathus*. La escala gráfica de todos los ejemplares es de 200 μm (a excepción en las Figs. 7.12J, U, W = 250 μm ; 7.12A, Y, AF = 500 μm).

A-C – *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1966. Ejemplar de la capa CP/46a, Biozona *hermanni* Inferior, MGUV5374, A: vista superior, B: vista inferior. C. Vista superior del ejemplar de la capa LGA219₂₂₅₋₂₄₀, MGUV6180 (re-ilustrado).

D, E – *Schmidtognathus peracutus* Bryant, 1921. Ejemplares de la capa CP/46a, Biozona *Hermann* Inferior: MGUV5375, D: vista superior; MGUV5376, E: vista superior.

F, G – *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler, 1966. Ejemplar re-ilustrado de la capa CP/46b, Biozona *Hermann* Inferior, MGUV5996, F: vista superior, G: vista inferior.

H, I – *Schmidtognathus* aff. *pietzneri* Ziegler, 1966. Ejemplar de la capa CP/46b, Biozona *Hermann* Inferior, MGUV5377, H: vista superior, I: vista inferior.

J-N – *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1966. Ejemplar (re-ilustrado) de la capa LGA219₂₂₅₋₂₄₀, Biozona *Disparilis* Superior, MGUV6181, J: vista superior, K: vista inferior. Ejemplar de la capa CP/49, Biozona *Disparilis* Inferior, MGUV5378, L: vista superior, M: vista lateral, N: vista inferior.

O, P – *Skeletognathus norrisi* (Uyeno, 1967). Ejemplar (elemento Pa) de la capa Re56, Biozona *Norrisi*, MGUV5286, O: vista superior, P: vista inferior.

Q-T – *Skeletognathus norrisi* (Uyeno, 1967). Ejemplares de la capa CP/58b'⁰⁴, Biozona *Norrisi*. MGUV5379 (elemento Pa), Q: vista superior, R: vista inferior; MGUV5380 (elemento Pb), S: vista superior, T: vista inferior.

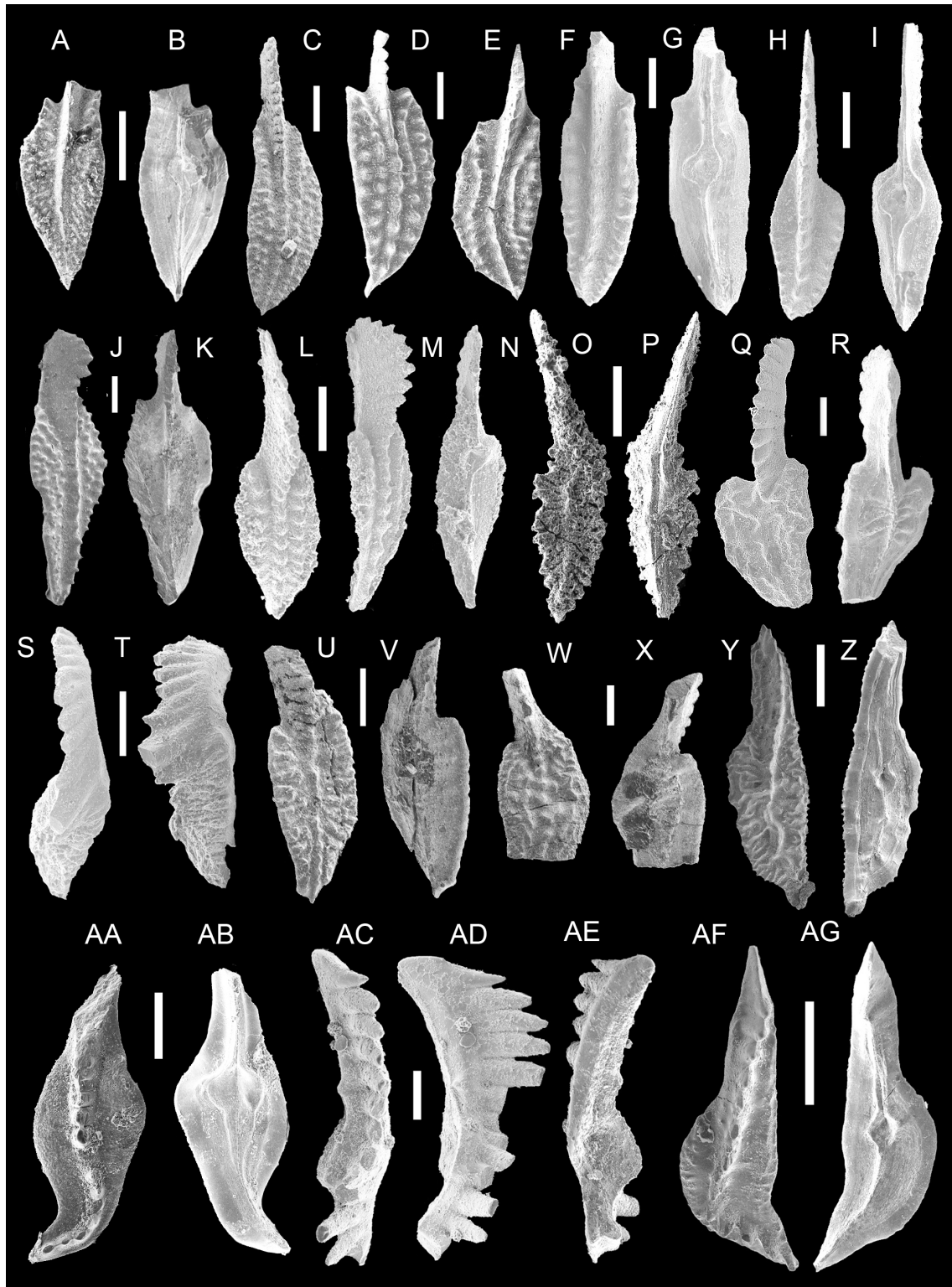
U-X – *Skeletognathus norrisi* (Uyeno, 1967). Ejemplar de la capa LGA-I/1a, Biozona *Norrisi*. MGUV6182 (elemento Pa), U: vista superior, V: vista inferior. Ejemplar de la capa LGA-I/6b, Zona MN3 (Klapper, 1988), MGUV5399 (elemento Pb), W: vista superior, X: vista inferior.

Y, Z – *Tortodus caelatus* (Bryant, 1921). Ejemplar de la capa Re9'⁰², Biozona *Ansatus*. MGUV5271, Y: vista superior, Z: vista inferior.

AA, AB – *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff y Ziegler, 1957). Ejemplar de la capa Re'⁰⁴, biozonas *Eiflius-Kockelianus*. MGUV5260, AA: vista superior, AB: vista inferior.

AC-AE – *Tortodus trispinatus* Aboussalam, 2003. Ejemplar de la capa Re15, Biozona *Ansatus*. MGUV5274, AC: vista superior, AD: vista lateral, AE: vista inferior.

AF, AG – *Tortodus weddigei* Aboussalam, 2003. Ejemplar de la capa Re15, Biozona *Ansatus*. MGUV5274, AF: vista superior, AG: vista inferior.



BIOSTRATIGRAPHICAL DISCUSSION

8. Biostratigraphical discussion.

The Central Pyrenean data presented herein come from seven selected successions (which are distributed in fourteen partial sections), that belong to the following three different Pyrenean Subfacies areas (Mey, 1967a; Valenzuela-Ríos & Liao, 2006): The Renanué and Sahún sections from the Renanué Subfacies; the Ampriú and Basibé sections from the Sierra Negra Subfacies and the Compte, La Guàrdia d'Ares and Villech sections from the Compte Subfacies. The following sections were already published: The Renanué section, in Liao *et al.* (2001), Liao *et al.* (2007), and Liao *et al.* (2008); Ampriú section (Liao *et al.*, 2012). The Compte section (Liao & Valenzuela-Ríos, 2008), the La Guàrdia d'Ares section (Liao *et al.*, 2013), and the Villech section (Gouwy *et al.*, 2013).

Here, an update on the Givetian conodont sequences from the Spanish Central Pyrenees and a correlation of these sequences with the standard zonation are presented.

In this report, the conodont zones of the Middle and Upper Devonian, which were proposed by Ziegler & Klapper (1982), Bultynck (1987), Klapper (1989), Klapper & Johnson (1990), Ziegler & Sandberg (1990), and the last decision by the SDS (Newsletter, 2007), for the recognition of the three Givetian substages are accepted and applied.

8.1. The Sierra Negra Subfacies: Basibé and Ampriú sections (Figs 8.1, 8.2, 8.3, 8.4).

In the Sierra Negra Subfacies, the age interval of the Basibé and Ampriú sections comprises the span from the Upper Givetian to the Middle Frasnian. The *hermanni-cristatus*, *falsiovalis*, *transitans* and *punctata* zones are recognised. The *falsiovalis* Zone is in the Basibé section and the other three zones are in the Ampriú section. Data from Ampriú section were published in Liao & Valenzuela-Ríos (2012).

In the upper part of the Ampriú section (Beds 11–14a) the *hermanni-cristatus* Zone is recognized (Upper Givetian). These beds overthrust the underlain Frasnian ones (Beds 1–10). The *hermanni-cristatus* Zone is identified by the combination of *Schmidtognathus wittekindti* in Bed 11 and the delayed appearance of *S. hermanni* in Bed 12 and it is limited by the highest range of *Polygnathus pseudofoliatus* in Bed 14a (Figs. 8.1, 8.2).

In the Basibé section (Figs. 8.3, 8.4) the conodont record allows recognition of the MN1 & MN2 Zones of Klapper (1989), which partly correspond to the *falsiovalis* Zone of Sandberg *et al.* (1989). The MN1 Zone is identified by the occurrence of *Ancyrodella pristina*. Other taxa that are registered in this bed are *A. javieri* n. sp., *P. decorosus*, *P. dengleri*, *P. dubius*, *P. limitaris*, *P. pennatus* and *P. rugosa*. All of them range higher. The entry of *A. rotundiloba* in Bed 2 permits the recognition of the MN2 Zone. In this Bed the lowest record of *A. chiyangi* n. sp. is noteworthy. It is also important to mention the first occurrences of *P. tafiensis*, *A. rotundiloba alata* early form and *P. furtivus* in Bed 4. The former does not range higher than the MN2 Zone in other Pyrenean sections. The second is also restricted elsewhere to the MN2 Zone. The latter has been recorded worldwide from the MN3 Zone and higher; therefore this joint record in the Basibé section suggests the downward extension of the range of *P. furtivus* to the MN2 Zone.

The lower and middle parts of the Ampriú section (Beds 1–10, Frasnian in age) are dominated by species of *Ancyrodella*, *Polygnathus*, *Mesotaxis*, *Klapperina* and *Icriodus*. The *transitans* Zone (or its equivalent MN4 Zone); is limited by the lower occurrence of *A. africana* and *A. mouravieffi* in Bed 1, and by the single record of *P. ljashenkoi* in Bed 2. (Figs. 8.1, 8.2)

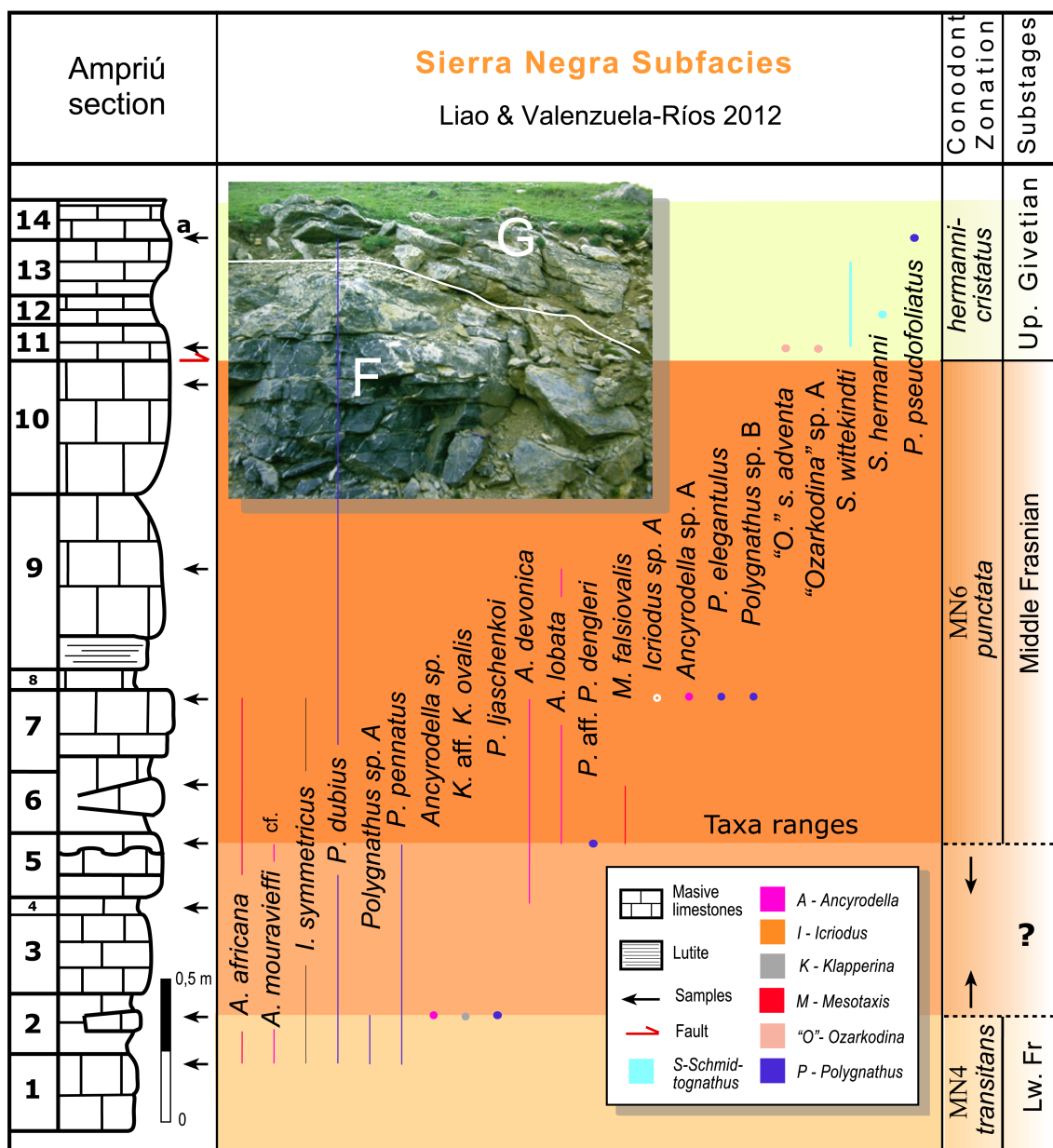


Fig. 8.1. Ranges of the selected conodont species in the Ampriú section (Liao & Valenzuela-Ríos 2012).

Due to the lack of zonally diagnostic taxa between the upper part of Bed 2 and the lower part of Bed 5, it is not easy to precise the age of this interval.

The presence of *A. lobata* in Bed 5 together with *A. cf. mouravieffi* would indicate the MN6 Zone (or the *punctata* Zone), as the former does not start before MN6 and the latter does not range higher than MN6. Bed 6 with *M. falsiovalis* (that has a longer range) and *P. dubius* also belongs to MN6. Bed 7 has the richest

Frasnian conodont diversity of the section, and the combination of all taxa indicates a rather clear position within MN6. Some taxa of this bed have their upper range limited to MN6 (*A. africana*, *A. devonica*, *P. dubius*) and others start their lower range in MN6 (*A. lobata*). Bed 8 is sterile. Bed 9 with *A. lobata* does not start before MN6 and could reach to MN10, but the record of *P. dubius* in Bed 10 indicates that both, Beds 9 and 10 belong to the MN6 Zone.

| Substages Conodont biozonation | Lw F. MN4 | ? | | Middle Frasnian MN6 | | | | | | | Upper Givetian <i>hermanni-cristatus</i> | | | | Total of specimens |
|------------------------------------|--------------|-----------|----------|------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|---|-----------|-----------|-------------|-----------------------|
| Bed/ Sample Samples weight (Kg) | 1 0.7 | 2 4.26 | 3 0.5 | 4 2.8 | 5 3.23 | 6 1.26 | 7 3.06 | 8 0.4 | 9 0.7 | 10 2.1 | 11 1.8 | 12 2.2 | 13 0.9 | 14a 1.22 | |
| <i>A. africana</i> | 1 | 4 | | | | | 1 | | | | | | | | 6 |
| <i>A. mouravieffi</i> | 1 | | | 1 | 1 cf. | | | | | | | | | | 3 |
| <i>A. devonica</i> | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 2 |
| <i>A. lobata</i> | | | | | 1 | | 1 | | 2 | | | | | | 4 |
| <i>Ancyrodella</i> sp. A | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| <i>Ancyrodella</i> sp. | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>I. symmetricus</i> | 1 | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | 5 |
| <i>Icriodus</i> sp. A | | | | | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| <i>Icriodus</i> sp. | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| <i>K. aff. K. ovalis</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>M. falsiovalis</i> | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 |
| <i>"O." san. adventa</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>"Ozarkodina" sp. A</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>P. dubius</i> | 27 | 22 | | 16 | 5 | 13 | 22 | | | 4 | 1 | | | 2 | 112 |
| <i>P. elegantulus</i> | | | | | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| <i>P. ljaschenkoi</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Polygnathus</i> sp. A | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>P. pennatus</i> | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| <i>P. pseudofolius</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Polygnathus</i> sp. B | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| Ramiforms | 2 | 3 | | 3 | 6 | | 4 | | | 3 | | 2 | | | 23 |
| <i>S. hermanni</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>S. wittekindti</i> | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | 3 |
| Conodont elements | 34 | 33 | 0 | 23 | 15 | 15 | 37 | 0 | 2 | 7 | 5 | 3 | 2 | 3 | 179 |

Fig. 8.2. Conodont occurrences in the Ampriú section (Liao & Valenzuela-Ríos 2012).

| Substage | Lower Frasnian | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|------|------|------|-----|------|------|------|
| Conodont biozonation | MN1 | | MN2 | | | | | |
| Bed/Sample | 1 | 1'04 | 2 | 2'04 | 3 | 3'04 | 4 | 4'04 |
| Samples weight (Kg.) | 2,6 | 2,78 | 2,75 | 1,6 | 4,3 | 2,65 | 6,05 | 5,12 |
| Ramiforms | 1 | 8 | 15 | 5 | 5 | 8 | 6 | 7 |
| <i>P. dengleri</i> | | 5 | 4 | 5 | 1 | | | 4 |
| <i>P. decorosus</i> | | 2 | | 7 | 5 | 6 | 4 | 8 |
| <i>P. dubius</i> | | 2 | 8 | 4 | 4 | 1 | 7 | 5 |
| <i>P. klugi</i> | | | 2 | | 1 | | | |
| <i>P. limitaris</i> | | 1 | | | 1 | | 1 | 2 |
| <i>P. pennatus</i> | | 3 | | 3 | 1 | 5 | | 2 |
| <i>P. rugosa</i> | | | | 3 | | | 2 | |
| <i>P. tafilensis</i> | | | | | | | | 2 |
| <i>P. furtivus</i> | | | | | | | | 1 |
| <i>Tortodus</i> sp. | | | | 1 | | | | |
| <i>M. falsiovalis</i> | | | | | | 1 | | |
| <i>A. javieri</i> n.sp. | | 1 | | 4 | | 1 | | |
| <i>A. pristina</i> | 1 | 5 | 2 | | | | | |
| <i>A. chiyangi</i> n.sp. | | | | 4 | | | | |
| <i>A. chiyangi</i> → | | | | 4 | 1 | | | |
| <i>A. r. rotundiloba</i> | | | | | | | | |
| <i>A. r. rotundiloba</i> | | | 2 | 1 | 1 | 2 | | 2 |
| <i>A. r. alata</i> early form | | | | | | | | 1 |
| <i>Ancyrodella</i> sp | | 4 | | 2 | 3 | | 2 | |
| Conodont elements | 2 | 31 | 33 | 43 | 23 | 23 | 22 | 34 |

Fig. 8.3. Conodont occurrences in the Basibé section.

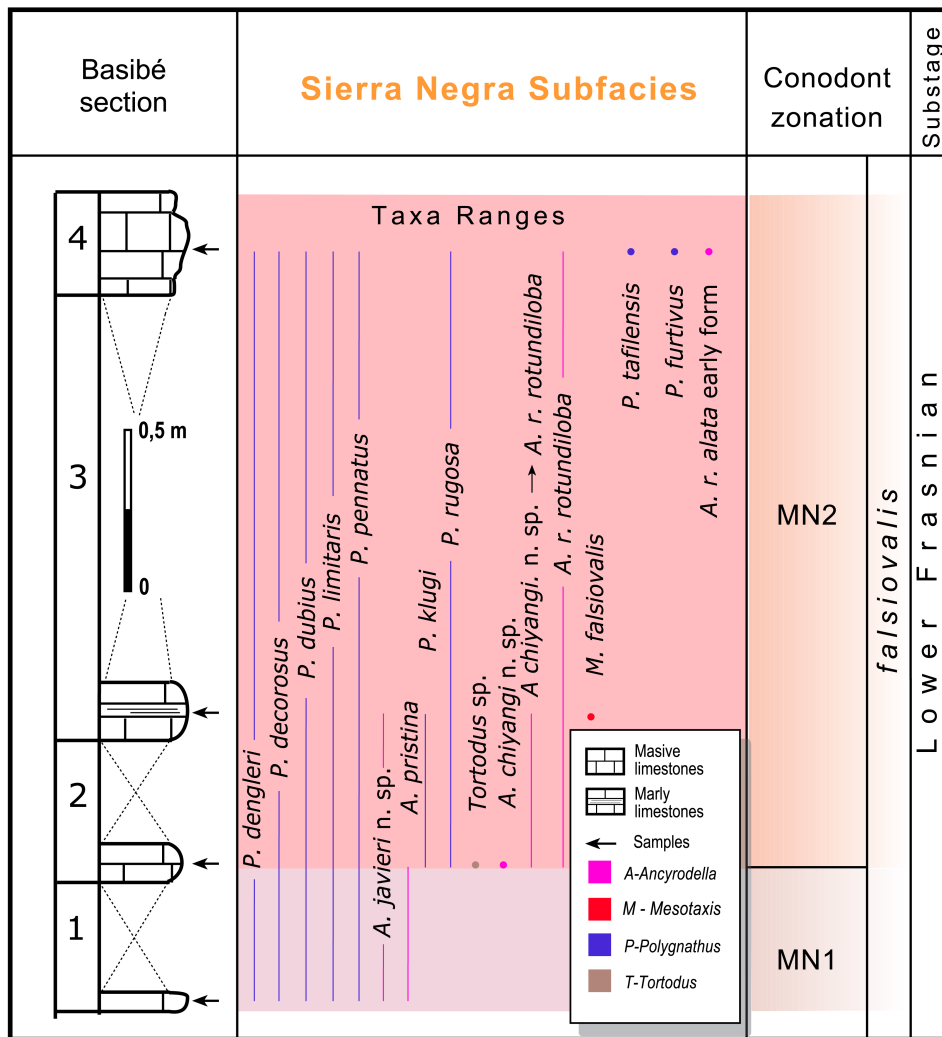


Fig. 8.4. Ranges of the selected conodont species in the Basibé section.

Therefore, the uppermost Lower Frasnian (MN4 Zone) is identified in Beds 1 and 2 and the Middle Frasnian starts before Bed 5, which already belongs to the MN6 Zone. The boundary between Lower and Middle Frasnian, which coincides with the base of MN5 Zone, cannot be identified but has to lie between the upper third of Bed 2 and the lower two-thirds of Bed 5.

8.2. The Renanué Subfacies: Sahún and Renanué sections (Figs. 8.5 - 8.8).

Due to the absence of conodonts in our sampling of the Sahún section, the information on these microfossils comes only from the Renanué section. Most of these data have been published in Liao *et al.* (2001, 2007, 2008), and Ginter *et al.* (2008).

The age interval of the Renanué section spans the uppermost Eifelian to Lower Frasnian. The *ensensis*, *hemiansatus*, *timorensis*, *rhenanus/varcus*, *ansatus*, *semialternans/latifossatus*, Upper *hermanni*, *disparilis*, *norrisi*, MN1 and MN2 zones are recognised.

The hemiansatus Zone and the Eifelian-Givetian boundary. (Figs. 8.5, 8.6)

The *hemiansatus* Zone and the base of the Givetian are defined by the lowest occurrence of *P. hemiansatus*, in Bed -8, about 2 m above the base of the limestone sequence. Bed -8 is a 50 cm thick bed, and the sample was taken in the uppermost 5 cm. Then, the Eifelian-Givetian boundary is traced in Renanué at the lower part of Bed -8. Below, there is a rich, characteristic, uppermost Eifelian conodont assemblage, the *ensensis* Zone with *T. kockelianus*, *I. struvei*, *I. amabilis*, *I. aff. expansus*, *I. aff. regularicrescens*, *P. angusticostatus*, *P. angustipennatus*, *P. I. linguiformis*, *P. I. klapperi* and *P. pseudofoliatus*.

The *hemiansatus* Zone comprises the base of Bed -8 to the top of Bed 2. Most of the Eifelian icriodids do not cross the boundary in Renanué, except for *I. struvei*, which survives only up to the basal Givetian Bed (Fig. 8.6). The ubiquitous *I. obliquimarginatus* enters in the basal bed and reaches up to Bed -5. After this record, only a doubtful specimen assigned to *I. obliquimarginatus* is recorded from Bed 49 in the upper part of the *ansatus* Zone (Figs. 8.6a). Both, *P. xylus xylus* and *P. x. ensensis* enter in Bed -8 and continue higher, beyond the *hemiansatus* Zone. *P. ovatinodosus* is restricted to the *hemiansatus* Zone (Beds -5 to 1) The long ranging polygnathids *P. I. linguiformis*, *P. I. klapperi* and *P. pseudofoliatus* are common and abundant in this zone.

The timorensis Zone. (Fig. 8.6)

The entry of *P. timorensis* in Bed 3 identifies the base of the *timorensis* Zone. This zone is restricted to Beds 3 and 4 and besides the name-giving taxon, *I. difficilis* also enters in Bed 3. Other taxa that are identified in this zone are *I. aff. expansus* (Bed 3), *I. aff. regularicrescens* (Beds 3 and 4) and *P. I. linguiformis* (Beds 3, 4). As mentioned above, the base of the *timorensis* Zone coincides with the base of

the former *varcus* Zone and its lowermost subdivision, the Lower *varcus* Subzone.

The rhenanus/varcus Zone and the Lower-Middle Givetian boundary. (Fig. 8.6)

In the threefold subdivision of the Givetian, the lower boundary of the Middle Givetian coincides with that of the *rhenanus/varcus* Zone. This lower boundary is defined by the first occurrence of either *P. rhenanus* or *P. varcus*. In the Renanué section both taxa enter in Bed 5. Other species that continue being recorded in the Zone are *I. aff. regularicrescens*, *I. difficilis*, *P. timorensis*, *P. x. xylus*, *P. I. linguiformis*, *P. I. klapperi* and *P. pseudofoliatus*. The *rhenanus/varcus* Zone extends to the top of Bed 8.

The ansatus Zone. (Figs. 8.6, 8.7)

The lower boundary of the *ansatus* Zone is defined by the entry of *P. ansatus*. In the Renanué section *P. ansatus* appears in Bed 10; however, this entry seems to be delayed as *I. brevis brevis* and *T. caelatus*, which are restricted elsewhere to the *ansatus* Zone, appear in Bed 9. Therefore we consider the base of the *ansatus* Zone in the Renanué section in Bed 9. The upper boundary is defined by the first entry of *P. latifossatus*. Absence of the latter taxon in the Renanué section precludes the precise position of the *latifossatus* Zone. However, the conodont record suggests that this zone could be represented first in Bed 53 and that the boundary has to be sought below this Bed (see below).

Species that appeared earlier and have their last occurrence in the *ansatus* Zone in Renanué are: *P. pseudofoliatus* and *P. hemiansatus* in Bed 15, *P. x. ensensis* in Bed 19, *I. aff. regularicrescens* in Bed 20 and *P. I. weddigei* (Bed 49). Species that are limited to the *ansatus* Zone are represented by 1) icriodids of Weddige's (1977) *regularicrescens* branch, *I. brevis brevis* (Beds 9-20), *I. lindensis* (Bed 19), *I. liliputensis* (Bed 24) and *I. latericrescens latericrescens* (Bed 21-51); 2) the large

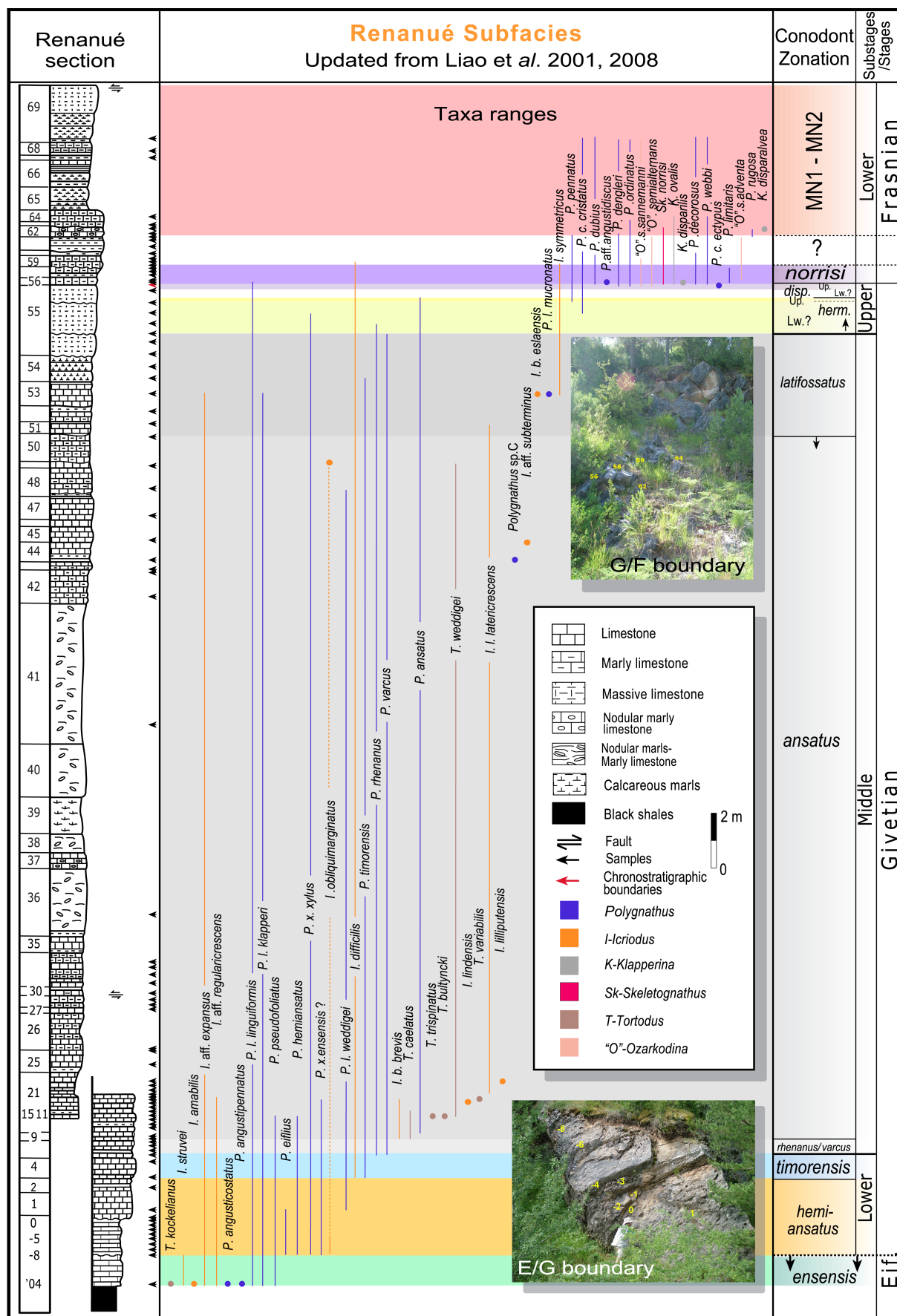


Fig. 8.5. Ranges of the selected conodont species in the Renanué section.

Biostratigrafía de Conodontos del Givetense (Devónico Medio) del Pirineo Central.

| Substages | Eif | Lower Givetian | | | | | | | | | | | | Middle Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|----------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|------|-----|-----|------------|-----------------|-----------------|------|------|-----------------|------|-----|------|-----|----|-----|-----|-----|----|------|------------------|------|------------------|-----|----|--|
| Conodont zonation | ens. | hemiansatus | | | | | | | | | | timorensis | varcus/rhenanus | | | | ansatus | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bed/Samples | '04 | -8 | -7 | -6 | -5 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 ⁰² | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 19 ⁰⁰ | 20 | 20 ⁰² | 21 | 23 | |
| Sample weight (Kg.) | 5 | 2 | 1,5 | 1,9 | 8,8 | 2 | 5,3 | 1,8 | 6,62 | 17 | 6,2 | 5,1 | 2,2 | 2,8 | 3,96 | 1,98 | 4,46 | 11,9 | 3,2 | 5,32 | 4,6 | 2 | 8 | 4,1 | 1,7 | 7 | 10,1 | 1,6 | 11,9 | 6 | 9,6 | 2 | |
| Ramiforms | 86 | | | | 107 | 2 | 8 | | 3 | 107 | | | | 4 | 86 | 23 | | | | | | | | | | | | | 25 | | | 8 | |
| <i>Belodella</i> spp. | 8 | | | | 17 | | | | | 5 | | | | | | 4 | 1 | | 12 | | 4 | | 10 | 8 | 3 | | | | | | | | |
| <i>Neopanderodus</i> spp. | 3 | | | | 14 | | | | | 4 | | | | | | | | 5 | | | 7 | | 33 | | | | | | | | | | |
| <i>T. kockelianus</i> | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. struvei</i> | 15 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. amabilis</i> | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. aff. expansus</i> | 1? | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>I. aff. regularicrescens</i> | 8 | | | | | | | | | | 6 | 2 | 1 | 1 | 2 | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 4 | | | | |
| <i>P. angusticostatus</i> | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. angustipennatus</i> | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. eiffius</i> | | 1 | | | 4 | | | | | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 52 | 45 | 21 | 20 | 165 | 6 | 10 | 2 | 4 | 393 | 11 | 2 | 16 | 20 | 22 | 10 | 26 | 133 | 85 | 104 | 38 | 40 | 60 | 27 | 27 | 45 | 62 | 25 | 138 | 80 | 10 | 15 | |
| <i>P. l. klapperi</i> | 21 | 10 | 9 | 6 | 8 | 1 | | | 1 | 2 | | | | 3 | | | 10 | 3 | | | | | 12 | | | | 10 | 12 | 5 | | | | |
| <i>P. pseudofoliatus</i> | 25 | 5 | 3 | | 57 | | 2 | | 1 | 86 | | | | | 1 | 3 | | | 1 | | | | 3 | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. weddigei</i> | | | | | | | | | | 5 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. hemiansatus</i> | | 9 | 5 | | 11 | | | | | 16 | | | | | | | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | 5 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>P. x. ensensis</i> | | 3 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | |
| <i>I. obliquimarginatus</i> | | 7 | 3 | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. difficilis</i> | | | | | | | | | | | 6 | 4 | 1 | | 2 | | | | | 2 | 5 | | | | | | | | | 2 | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | | | | 13 | | 1 | 4 | 1 | 2 | | 2 | 5 | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | |
| <i>P. rhenanus</i> | | | | | | | | | | | | | 4 | 7 | 11 | 15 | 26 | 56 | 21 | 5 | 5 | 1 | 4 | | | 1 | 11 | 4 | 32 | 1 | | 6 | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>I. lindensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. brevis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 2 | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| <i>I. l. latericrescens</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | |
| <i>P. ansatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>T. caelatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. trispinatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. bultyncki</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. weddigei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. variabilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Numbers of elements | 248 | 87 | 41 | 26 | 396 | 9 | 21 | 2 | 9 | 672 | 38 | 8 | 27 | 39 | 127 | 60 | 67 | 209 | 141 | 131 | 58 | 45 | 171 | 39 | 30 | 50 | 90 | 42 | 217 | 86 | 17 | 31 | |

Fig. 8.6. Conodont occurrences from the Lower to Middle Givetian in the Renanué section (Liao *et al.* 2001, 2007 and 2008).

| Substages | Middle Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------------|-----------|-----|------------------|------|------------------|-----|-----|------|------|-----|------|------|----|-----|-----|------------------|-----|-------------------------|-------------------------|---|
| Conodont zonation | ← <div><i>ansatus</i><i>latifossatus</i></div> Lw hm? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bed/Samples | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 31 | 32 | 33 | 34 | 36 mid | 41 base | 41 top | 42 | 42 ⁰⁴ | 43 | 43 ⁰⁴ | 44a | 45 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 54 ⁰⁴ | 55 | 55 ⁰⁰ +50 | 55 ⁰⁰ +80 | |
| Sample weight (Kg.) | 8,9 | 1,4 | 7,1 | 4 | 1,6 | 1,8 | 9,9 | 5,3 | 5,4 | 5,8 | 7,4 | 2,5 | 2,98 | 5,5 | 3,28 | 6,05 | 2,88 | 3,2 | 5,5 | 7,32 | 3,75 | 3,1 | 1,28 | 2,56 | 3 | 2,8 | 4,3 | 8,76 | 2,4 | 5,1 | 3,9 | |
| Ramiforms | 6 | 3 | | 20 | 10 | | 6 | | | 5 | | | | | | 4 | | | | | | 3 | 3 | 3 | | 3 | | | | | | |
| <i>Belodella</i> spp. | | | | | | | | | | | | | | 20 | | | | | | | | 3 | 3 | | 3 | | | | | | | |
| <i>Neopanderodus</i> spp. | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>I. aff. expansus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>I. aff. subterminus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 14 | 13 | 4 | 22 | 25 | 1 | 7 | 3 | 10 | 3 | 3 | | 1 | 202 | 29 | 16 | 2 | | | 1 | 2 | 3 | 102 | 5 | 1 | | 16 | 31 | 2 | 29 | 4 | 4 |
| <i>P. l. klapperi</i> | 2 | | | | | | | | | 2 | | | 1 | 8 | 1 | | | | | 10 | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>P. l. weddigei</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| <i>I. obliquimarginatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. difficilis</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>P. timorensis</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>P. rhenanus</i> | 3 | 2 | | 10 | 3 | | 5 | | 1 | | | 1 | 1 | 33 | | 1 | | | | 1 | | 6 | | 3 | 3 | 1 | 4 | | 2 | 1 | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. eslaensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. l. latericrescens</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. ansatus</i> | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | | | 1 | | | | 9 | 8 | 1 | |
| <i>T. weddigei</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Polygnathus</i> sp.C | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. mucronatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. symmetricus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>I. lilliputensis</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| Numbers of elements | 28 | 18 | 4 | 52 | 41 | 1 | 18 | 3 | 11 | 10 | 4 | 1 | 3 | 273 | 32 | 21 | 2 | 1 | 20 | 5 | 7 | 115 | 8 | 8 | 6 | 24 | 39 | 2 | 42 | 14 | 5 | |

Fig. 8.7. Conodont occurrences from the Middle to lower part of the Upper Givetian in the Renanué section (Liao *et al.* 2001, 2007 and 2008).

stock of *Tortodus*, *T. caelatus* (Beds 9-15), *T. trispinatus* and *T. bultyncki* (both, Bed 15), *T. weddigei* (Beds 15-49) and *T. variabilis* (Bed 20), 3) *I. aff. subterminus* (Bed 45) and, 4) *Polygnathus* sp. C. (Bed 44a). It is remarkable that most of these taxa that are limited to the *ansatus* Zone, occur only in the lowermost part of the Zone, up to Bed 20 (*i. e.*, the lower 2 m of about 15 m thick Zone in Renanué). Besides, there are the following long-ranging species that appear earlier and also occur in the overlain strata: *I. aff. expansus*, *P. l. linguiformis*, *P. l. klapperi*, *P. x. xylus*, *I. difficilis*, *P. timorensis*, *P. rhenanus* and *P. varcus*. Also the index *P. ansatus* continues its record in higher beds.

The latifossatus Zone-Lower hermanni Zone interval (Figs. 8.7, 8.8).

The absence of *P. latifossatus* and *S. hermanni* in the Renanué section precludes location of both lower boundaries of the corresponding nominal Zones (*latifossatus* and *hermanni*). Therefore, the identification of the lower boundary of the Upper Givetian cannot be precisely located in the section Renanué.

In this context, Bed 53 registers the joint presence of the last record of *P. l. klapperi* and the unique records of *P. l. mucronatus* and *I. symmetricus*. This association points out at a position of this bed in an interval between the *latifossatus* Zone and the Lower *hermanni* Zone. The last record of *T. weddigei* in Bed 49 is congruent with this hypothesis. Other taxa that are registered from Bed 53 are *I. difficilis* and *I. brevis eslaensis*. Bed 54 yielded the last record of *P. timorensis*.

Bed 55 begins about 1 m above the top of Bed 53. Laterally it correlate up to Bed 63 (Figs. 8.7, 8.8), is almost 7 m thick and has intensively been sampled. Sample Re 55+50⁰⁰ (50 cm above the base of Bed 55) yielded the last *P. rhenanus*. Most worldwide records of this taxon don't reach the Upper *varcus* Zone (= *semialternans/latifossatus* Zone). However, Aboussalam (2003) has assigned a single specimen from

Bed 41 in the Burgberg section (Rhenish Slate Mountains) to the *semialternans* Zone. This might suggest that the lower part of Bed 55 can be aligned with the *latifossatus* Zone. But a definitive assignation is not warranted with the current conodont record at Renanué.

The Upper hermanni Zone (Fig. 8.8).

More than 2 ms above this record, sample Re 55+260⁰⁰ yielded the lowest occurrence of *P. c. cristatus*, which is the index of the Upper *hermanni* Zone. Lack of informative taxa precludes assignation of strata between these two samples (Re 55+50⁰⁰ - Re 55+260⁰⁰) to any of the two zones (*latifossatus* and Lower *hermanni*) included in the interval. Moreover, the Middle/Upper Givetian boundary that coincides with the beginning of the Lower *hermanni* Zone cannot be identified at the Renanué section; but it should be located in the narrow interval delimited by the two afore-mentioned samples.

The entry of *P. pennatus* in the sample 55+260⁰⁰ supports its assignation to the Upper *hermanni* Zone. This bed records the local extinction of *P. xylus*. Other species that appear earlier, cross over and are recorded in this zone are: *P. l. linguiformis*, *I. difficilis* and *I. symmetricus*. *P. ansatus* becomes extinct in higher strata (sample Re 55+336⁰⁰), which could be assigned to the succeeding Lower *disparilis* Zone (see below).

The Lower disparilis Zone (Fig. 8.8).

In the middle parts of Bed 55, the record of a single specimen of *P. webbi* in sample Re 55+300⁰⁰ is remarkable. *P. webbi* has consistently been recorded from Frasnian strata elsewhere. Most lowermost records from several sections in the Montagne Noire (France) where the Frasnian GSSP is placed, suggest that *P. webbi* starts at the base of the Frasnian. In fact, Klapper (1997) positioned the entry of this taxon at the Composite Standard Unit (CSU) 96.9, which corresponds to the base of the Frasnian.

| Substages | Upper Givetian | | | | | | | | | | | | | | | Givetian/Frasnian | | | | | Lower Frasnian | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------|------------------|------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------|-------------------|--------------------------|------|------|------------------|--------------------------|------|--------------------------|--------------------------|----|----|-----|------|-----|--|
| Conodont zonation | Lw. herm. ? | Up. herm | Lower disparilis ? | Upper disparilis | | norrisi | | | | | | | | | | | | | ? | | | | | MN1 - MN2 | | | | | | |
| Bed/Samples | 55 ⁰⁰ +130 | 55 ⁰⁰ +180 | 55 ⁰⁰ +260 | 55 ⁰⁰ +300 | 55 ⁰⁰ +336 | 55 ⁰⁰ +360 | 56 ⁰¹ | 56 | 56 ⁰² | 57 | 57 ⁰⁴ | 55 ⁰⁰ +420 | 58 ⁰⁰ | 58 ⁰⁴ | 58 | 59 ⁰⁴ | 55 ⁰⁰ +460 | 59 | 60 | 60 ⁰² | 55 ⁰⁰ +533 | 62 | 55 ⁰⁰ +650 | 55 ⁰⁰ +675 | 63 | 64 | 67 | 68 | 69 | |
| Sample weight (Kg.) | 3,6 | 2 | 4,5 | 4,24 | 3,05 | 4,4 | 3 | 11,04 | 6,56 | 10,4 | 4,9 | 2,8 | 4,8 | 2,65 | 8,75 | 1,1 | 3,1 | 2,56 | 6,78 | 1,98 | 1 | 3,08 | 4,5 | 3 | 3 | 3 | 8,3 | 5,36 | 4,9 | |
| Ramiforms | | | 2 | | | 3 | 54 | 98 | 50 | 132 | 95 | 25 | 21 | 20 | 32 | 4 | 10 | 7 | 4 | 5 | | 4 | 42 | | | 10 | 3 | 3 | 2 | |
| <i>Belodella</i> spp. | | | | | | 3 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 1 | 1 | 6 | 4 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. difficilis</i> | | 1 | | 2 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. ansatus</i> | 2 | 7 | 6 | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. symmetricus</i> | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | | | | | | | 55 | 45 | 40 | 26 | 77 | 39 | 2 | | | | 8 | 2 | 1 | | 2 | 19 | 15 | 29 | 2 | | 2 | | 3 | |
| <i>P. pennatus</i> | | | 1 | | | | 7 | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. c. ectypus</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. aff. angustidiscus</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dengleri</i> | | | | | | | 36 | 53 | 44 | 13 | 16 | 6 | 23 | 18 | 27 | 2 | | 2 | | | | 39 | 15 | 27 | 17 | 5 | | | 3 | |
| <i>P. c. cristatus</i> | | | 1 | | | | 7 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | 4 | |
| <i>P. ordinatus</i> | | | | | | | 21 | 38 | 9 | 9 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 18 | | 3 | | | | 1 | 4 | |
| "O": s. adventa | | | | | | | | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | 2 | | | | | | | 3 | |
| "O". sannemanni | | | | | | | 2 | 11 | 10 | 25 | 12 | | 3 | 1 | 5 | | | 2 | | 2 | | 8 | 2 | 7 | | 2 | | | 4 | |
| "O". semialternans | | | | | | | 3 | 6 | 5 | 12 | 5 | | 4 | 3 | 2 | 1? | | 2 | | 1? | | 3 | | | | | | | | |
| <i>Sk. norrisi</i> | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>K. ovalis</i> | | | | | | | | 4 | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>K. disparilis</i> | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | 1? | | 1 | | | |
| <i>K. disparalvea</i> | | | | | | | | 58 | 25 | 43 | 30 | | 25 | 12 | 31 | 2 | | 13 | 3 | 5 | 1 | 26 | 11 | 1 | 63 | 17 | 2 | | 17 | |
| <i>P. decorosus</i> | | | | | | | | | | | | 1? | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. limitaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| <i>P. rugosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| <i>P. webbi</i> | | | 1 | | | | | 6 | 5 | 1 | 2 | | 1 | | 1 | 1 | | 3 | 1 | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 1 | 2 | |
| Numbers of elements | 3 | 9 | 17 | 13 | 1 | 8 | 186 | 335 | 189 | 364 | 240 | 72 | 79 | 54 | 100 | 12 | 22 | 33 | 11 | 13 | 3 | 142 | 87 | 137 | 47 | 13 | 5 | 4 | 36 | |

Fig. 8.8. Conodont occurrences from the Upper Givetian to Lower Frasnian in the Renanué section (Liao et al. 2001, 2007 and 2008).

Recently, Narkiewicz & Bultynck (2010) consistently reported records of *P. webbi* from the *norrisi* Zone in three Moroccan sections of the Bou Tchrafine area near Erfoud (tbs. 2-4).

However, there are also two works reporting even a lower record. Uyeno (1974) recorded the lowest *P. webbi* in the Firebag Member of the Waterways Fm. in the Athabasca River outcrop (Alberta, Uyeno, 1974, tb. 4a) in the Geological Survey of Canada (GSC) locality 62713, within an interval of 0.99-1.22 feet above the river level. In the same outcrop, the lowest record of *Sk. norrisi* is recorded in the GSC locality 62737 in an interval placed 6.51-6.74 feet above the river level. In a second set of outcrops, Clearwater Rivers and tributaries, the lowest *P. webbi* comes also from the Firebag Mb., GSC locality 63054. In this set of outcrops, *Sk. norrisi* has not been found, but the first *Ancyrodella rotundiloba binodosa* is reported from the overlain Columet Mb., GSC locality 63091. Therefore, these two records of *P. webbi* in the Waterways Fm., Athabasca and Clearwater Rivers and tributaries document

a Givetian age for this taxon, probably older than the *norrisi* Zone.

Liao & Valenzuela-Ríos (2008) also registered two single specimens of *P. webbi* from Givetian strata in the Compte section (fig. 2, tb. 1C); the lowermost specimen comes from Bed 55 in the *disparilis* Zone, and the higher one comes from Bed 59⁰² base, in the top of the Givetian. In agreement with the data discussed above, and due to the absence of the index taxon (*K. disparilis*), we only tentatively align the record of *P. webbi* in sample Re 55+300⁰⁰ with the Lower *disparilis* Zone.

The Upper *disparilis* Zone.

Bed 56 is 27 cm thick and has been sampled several occasions (Figs. 8.8). Samples Re56⁰¹ and Re55+360⁰⁰ correspond to the lower 13 cm of Bed 56. Samples Re56 and Re56⁰² correspond to the upper 8 cm of Bed 56. The index of the upper *disparilis* Zone, *P. dengleri* enters in the lower part of Bed 56 (sample Re 56⁰¹; Figs. 8.6c). The lowest record of *P. ordinatus* is also recorded from the same sample. This association suggests that the

lower part of Bed 56 belongs to the Upper *disparilis* Zone. In this sample the delayed entries of *P. dubius*, *P. c. ectypus*, "*O.*" *sannemanni* and "*O.*" *semialternans* are registered.

Other conodonts from the lower part of Bed 56 are the last record of *P. l. linguiformis*, *l. difficilis*, *l. symmetricus* and *P. pennatus*.

The norrisi Zone (Fig. 8.8).

The lowest record of the index taxon, *Sk. norrisi*, is documented in the upper part of Bed 56, sample Re 56 (Fig. 8.6c). From the same level the joint record of *P. decorosus* and *P. webbi* might suggest that this stratum is already Frasnian. The former taxa has consistently be found in Frasnian strata through the world, except in the section Sihongshan, Guangxi (South China) where it is registered together with taxa assigned to the Upper Givetian, *hermanni* and *disparilis* Zones (Wang, 1994, text-fig. 8). The global and local records of *P. webbi* have been discussed above, and Givetian records have been documented in Canada (Uyeno, 1974) and in the Spanish Central Pyrenees (Liao & Valenzuela-Ríos, 2008). Consequently, it is possible that the joint record of the three afore mentioned taxa corresponds to the uppermost Givetian, the *norrisi* Zone.

Other important conodonts recorded from the upper part of Bed 56 are the delayed entries of "*O.*" *s. adventa*, *K. ovalis* and *K. disparilis*.

The uppermost Givetian and the Lower Frasnian, the Middle/Upper Devonian transition. (Fig. 8.8).

The absence of the genus *Ancyrodella* between Beds 56 and 69 precludes the precise identification of the Givetian/Frasnian boundary and consequently of the Middle/Upper Devonian Series boundary. Besides, the puzzling conodont record of important taxa in this part of the Renanué section makes the bio and chronostratigraphical interpretation

difficult. However, a tentative approximation can be made.

In sample Re 55+420'⁰⁰, which stratigraphically aligns with Bed 58, a fragment of what is possibly a specimen of *P. limitaris* is recorded. The range of *P. limitaris* is restricted to the Givetian Stage in many sections around the globe. It shall be noted here that the extension to the Lower Frasnian (joint occurrence with *A. binodosa*) depicted by Bardashev (1992: fig. 14) in his chart summary from Middle Asia is not supported as the data presented in the same paper show *P. limitaris* positioned always below the lowest record of any *Ancyrodella* (see specially Bardashev, 1992: fig. 3, Darikalon Valley Section and fig. 4, Shishkat section). Therefore, and due to lack of definitive taxa, we tentatively consider this Bed as Givetian.

The next relevant data comes from Bed 62; there, the last occurrence of "*O.*" *semialternans* (sample Re 62) and the entry of *P. rugosa* (sample Re 62) are recorded. The global range of the latter taxon is difficult to establish because many authors consider *P. pennatus* and *P. rugosa* as members of the "*pennatus* group", which include many different morphologies. Bischoff & Ziegler (1957) mentioned, however, that *P. rugosa* is restricted to the upper part of the *P. pennatus* range, which according to Klapper (1997) extends from 96.6 to 99.7 CSU, or from within the *norrisi* Zone to the lower half of the MN4 Zone. An additional datum can help to narrow the position of this and subsequent beds. "*O.*" *s. sannemanni* is registered up to Bed 69. According to Klapper (1997) the upper range of this taxon coincides with the base of the MN3 Zone, at 98.4 CSU. Then, it is possible that records of *P. rugosa* in Bed 62 belong to the MN2 or even to MN1 Zone.

There are, however, two puzzling records in this part of the section. "*O.*" *semialternans* ranges up to the lower 8 cm of Bed 62 (Sample Re62). Almost all global records of this taxon are restricted to the

Givetian, ending within the *norrisi* Zone. The only Frasnian record known to us of this taxon comes from the section Darikalon Valley in the Zeravshan-Hissar Range, Middle Asia (Bardashev, 1992, fig. 3). In this section "*O.*" *semialternans* is recorded from sample 2-I-27 to 23-B-3, which comprises a long stratigraphical interval from 14 m to 30.5 m above the base of the Akbasai Fm. The first *A. rotundiloba* stems from sample 2-I-26, from a stratigraphical interval between 16-18m above the base of the Akbasai Fm.

The second anomalous record comes from the upper 15 cm of Bed 62 (= sample Re 55+675⁰⁰) where *K. disparalvea* is found. Most records of this taxon are restricted to Givetian strata, even many of them show that this taxon ends earlier than the *norrisi* Zone. Ziegler & Wang (1985, tb. 1) extended its range to overlap with the record of *A. binodosa* in the Sihongshan section, SW Guangxi, South China; although they cautioned that this upward extension of *K. disparalvea* could be related to "extreme condensation" (Ziegler & Wang: 24). Here, we assign the figured specimen of *A. binodosa* from sample CD375-6e (Ziegler & Wang, 1985: pl. III, fig. 13) to *A. rotundiloba* "early" form, and therefore, this bed, with the uppermost occurrence of *K. disparalvea*, will already be Frasnian.

Subsequently, Wang (1994) assigned the uppermost record of *K. disparalvea* in the Sihongshan section (sample 375 6e) to the Late *falsiovalis* Zone. It is worthy to note that in this case there is no depicted record of *A. binodosa*, and that the first *Ancyrodella*, *A. rotundiloba*, first appears slightly higher, in sample 375-5a (Wang, 1994, text-fig. 8).

Combining all this information, it is possible that Bed 62 is already Frasnian and that the Givetian/Frasnian boundary shall be located between Beds 59-61.

Lack of diagnostic or characterising taxa impedes recognition of the Lower Frasnian zones; however the record of "*O.*"

sannemanni in Bed 69, limits the extension of this stratum to the base of the MN3 or older.

8.3. The Compte Subfacies: Compte (CP) and La Guàrdia d'Ares (LGA) successions (Figs. 8.9 - 8.16).

Several sections have been studied in detail from the Compte Subfacies (Figs. 8.9, 8.10). The Compte succession was published in Liao & Valenzuela-Ríos (2008), and recently, the La Guàrdia d'Ares succession was also published in Liao & Valenzuela-Ríos (2013). The combined data from these sections reveal an upper Eifelian to Lower Frasnian age for the strata and the recognition of the following conodont zonation: *kockelianus-ensensis*, *hemiansatus*, *rhenanus/varcus*, *ansatus*, *semialternans/latifossatus*, *hermanni*, *disparilis*, *norrisi*, MN1, MN2 and MN3.

The upper Eifelian: The kockelianus-ensensis interval. (Fig. 8.11)

In the lower part of the LGA section, a precise zonation cannot be established (Beds 167-179; Fig. 8.11a). The occurrence of *P. l. klapperi* in the basal Bed (167) limits the age to the upper Eifelian, *kockelianus* Zone. The last local records of *P. costatus* and *P. c. oblongus* in Bed 168 correspond to the upper part of their ranges (*kockelianus* Zone). Another common taxon of the Eifelian part in LGA is *P. angustipennatus*, whose records here correspond to the upper part of its range (Beds 174-179); the related taxon *P. angusticostatus* that according to Walliser & Bultynck (2011) is almost restricted to the Eifelian (*costatus*-base of *hemiansatus* zones), appears in sample 178a. *Icriodus struvei* (Bed 178b) mirrors the range of *P. angustipennatus*.

In brief, the Eifelian in LGA is represented in Beds 167-177 and they belong to the two upper Eifelian conodont zones, *kockelianus* and *ensensis*, but the position of the boundary cannot be recognised; only Beds 167 and 168 are restricted to the *kockelianus* Zone.

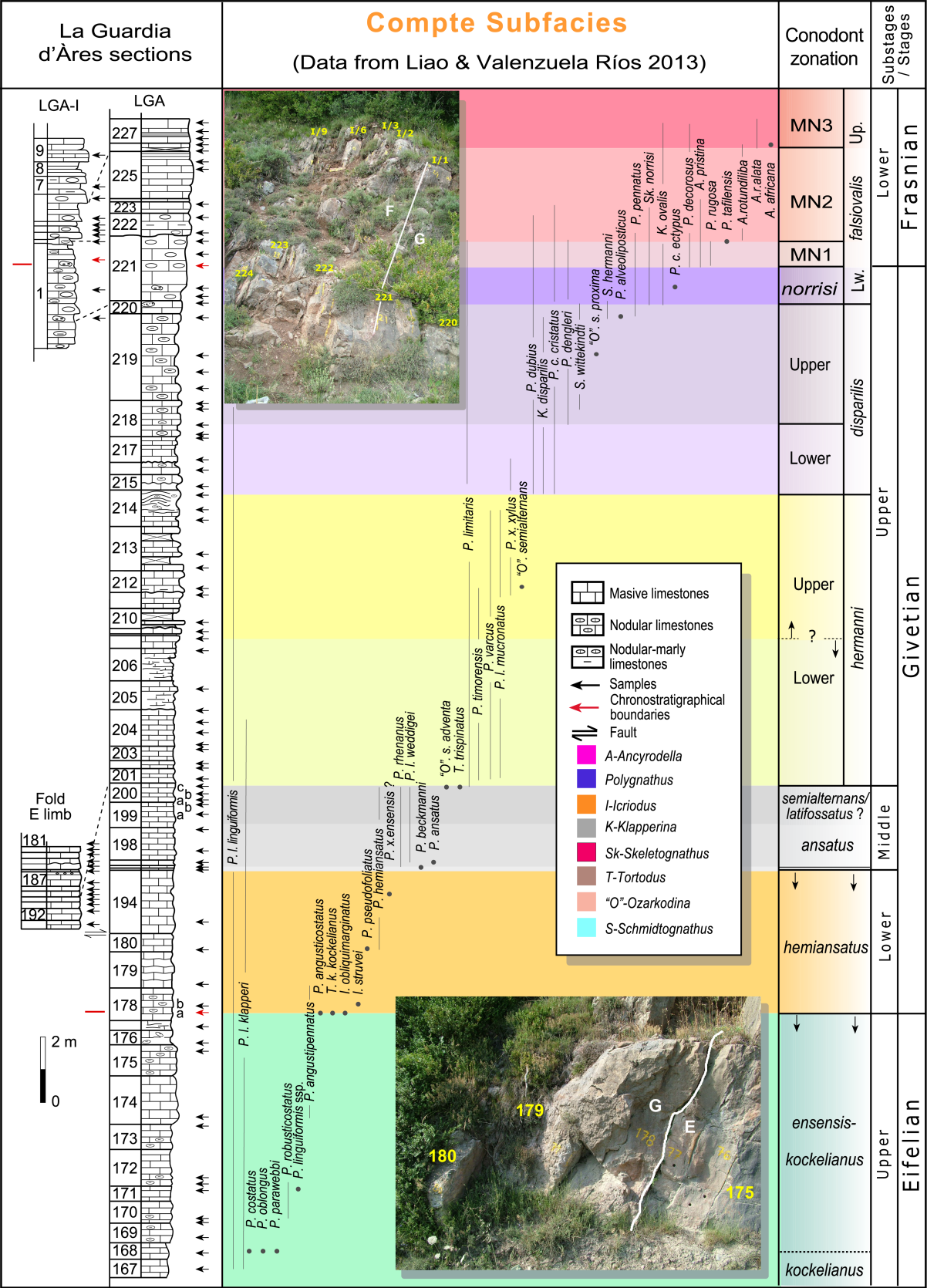


Fig. 8.9. Ranges of the selected conodont species in the La Guàrdia d'Ares section.

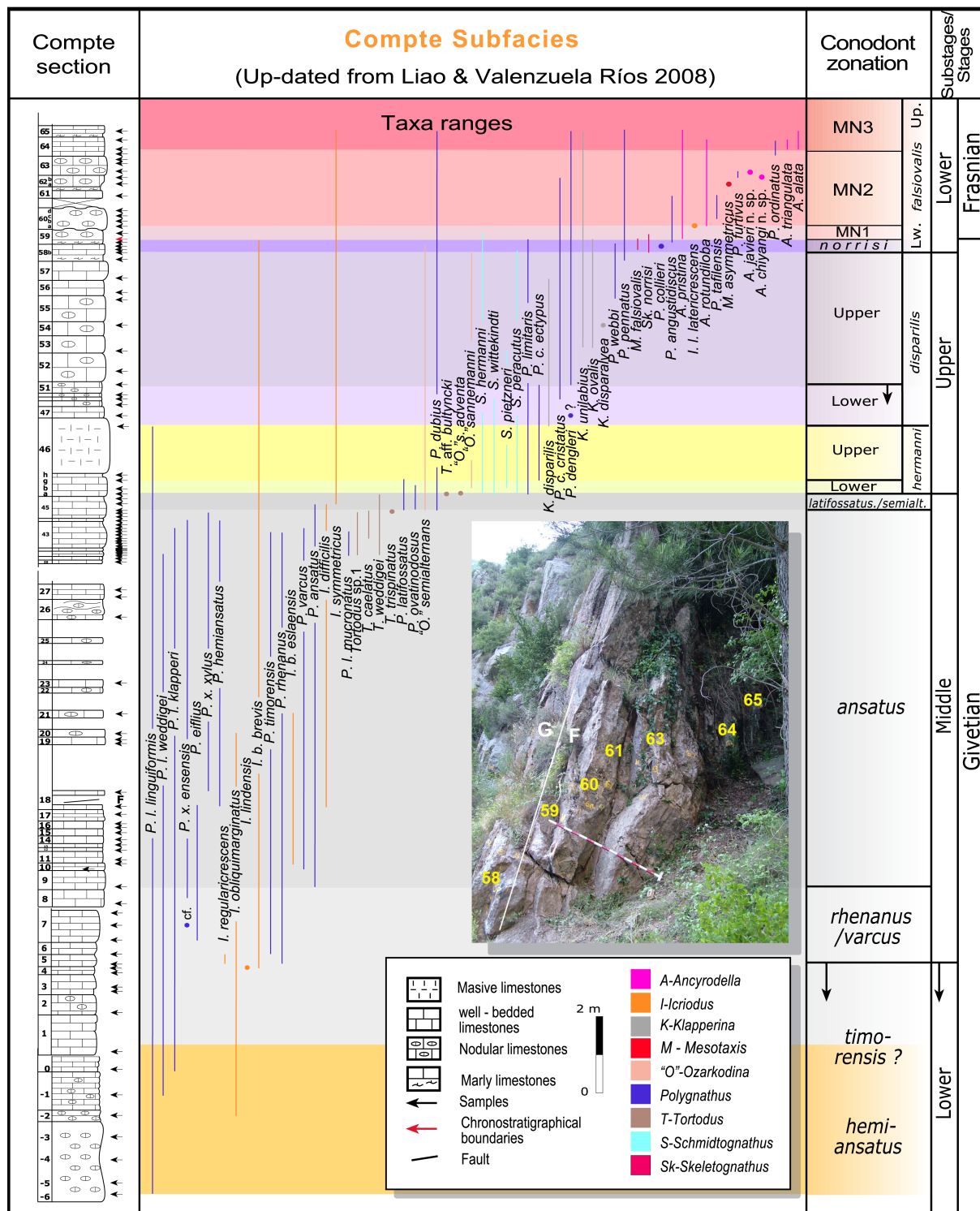


Fig. 8.10. Ranges of the selected conodont species in the Compte section.

Therefore, we grouped all the overlain beds (169-177) under the comprehensive *kockelianus-ensensis* term.

The Lower Givetian: The hemiansatus Zone and the Eifelian-Givetian boundary.

In the CP section, the base of the Givetian is not clearly identified because the recovered conodonts are not diagnostic.

In the LGA section: The Givetian starts in Bed 178a with the entry of *I. obliquimarginatus*. The lowest record of the index taxon *P. hemiansatus* is delayed (Bed 180). *P. pseudofoliatus* is also recorded from this bed. The upper part of this bed is tectonically disrupted by a normal fault. (Figs. 8.11a)

The Middle Givetian: The rhenanus/varcus Zone (Fig. 8.12).

The base of the *rhenanus/varcus* Zone can only be identified in the CP section, with the entry of one index taxon, *P. rhenanus* that appears in Bed 5. *P. varcus* has a delayed entry in Bed 10. Last records of *I. regularicrescens* within the lower part of the *rhenanus/varcus* zone (Beds 5 and 6) are in agreement with most ranges observed elsewhere (Bultynck, 2003, figs. 1, 2). The joint occurrence of *P. rhenanus* and *I. regularicrescens* in this section contrasts with the reported range of the latter in the Ardennes (Gouwy & Bultynck, 2003; Gouwy, 2004), where its highest range is positioned within the Lower Givetian (below Ardennes regional composite CSU 2000, whilst the middle Givetian starts at CSU 2129). *P. eiflii* mostly does not reach the upper part of the *timorensis* Zone according to the Ardennes data from Gouwy & Bultynck (2003, fig 10b) and Gouwy (2004, fig. 4-2.12b); but other authors show an extended range to almost the middle part of the *ansatus* Zone (Aboussalam, 2003, text-fig. 4a; Liao & Valenzuela-Ríos, 2008, table 1A and also in Gouwy et al., 2013, table 1-1). The highest occurrence of the taxon in the CP section is in Bed 18b together with *P. ansatus*.

The ansatus Zone. (Figs. 8.11 - 8.13)

In the CP section, the entry of *P. ansatus* is in Bed 9. *I. obliquimarginatus* ranges to the top of the *ansatus* Zone (according to Ziegler et al. 1976; Lazreq, 1999; Gouwy et al, 2013), except for the Ardennes where it does not reach the *ansatus* Zone (according to Gouwy & Bultynck, 2003; Gouwy, 2004); however, in CP its last record is in the middle part of the *ansatus* Zone, Bed 20. Other icriodids as *I. b. eslaensis* and *I. difficilis* have their delayed entries in the first third of the *ansatus* Zone. It is noted that *T. caelatus*, *Tortodus* sp. 1, *T. weddigei*, *T. trispinatus* and *P. l. mucronatus*, are restricted to the upper half of this zone. However, in the LGA section, the latter two species, extend their ranges up to the Lower *hermanni* Zone (Figs. 8.12, 8.13).

In the LGA section, Bed 195 does not have a definitive age, as the only record is the long-ranging taxon *P. l. linguiformis*. Bed 196 yielded *P. rhenanus* and *P. beckmanni*; the former starts in the *rhenanus/varcus* Zone, but the latter does not appear before the *ansatus* Zone; consequently these records are interpreted as belonging to the Middle Givetian *ansatus* Zone. The index of this zone (*P. ansatus*) enters in the overlying bed (197); samples 196 and 197 are separated by only 4 cm. *Polygnathus l. linguiformis*, *P. l. klapperi* and the lowest local record of *P. l. weddigei* complete the conodont diversity of Bed 197 (Fig. 8.11)

The semialternans/latifossatus Zone.

This zone is recognised in the CP section by the joint entry of both indexes "O". *semialternans* and *P. latifossatus*. In the LGA section, the position of the zone is supposed by the conodont record above and below (Fig. 8.9).

In the CP section, the joint entries of *P. latifossatus* and "O". *semialternans*, are in Bed 45c (Fig. 8.13). *P. dubius* also appears in the same bed, whereas elsewhere it is reported to enter in the overlying Lower

[illegible]

| Conodont biozonation | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|------------|------|------|-----------------------|-------------------|------|------|-----|------|-------|---------------------|------|-----|
| | <i>ansatus -semialatiffossatus</i> ? | | | | | Bo(24) | | | | Lower <i>hermanni</i> | | | | | | | | | |
| Bed/samples | 193 0-20 | 192 13 cm top | 191 14-18 | 190 ^{oe} 10-14 | 190 10-14 | 189 ^{oe} 10-14 | 189 top | 189 | 188 | 187 0-10 | 186 ^{oe} | 186 | 185 | 184 | 183 | 182 | 181 10 cm top | 181b | 181 |
| Sample weight (Kg.) | 6 | 2,88 | 5,44 | 1,5 | 2,36 | 5,11 | 3,6 | 2,32 | 5,42 | 5,48 | 2,5 | 3,24 | 7,68 | 7,5 | 8,14 | 11,96 | 2,4 | 1,58 | 4,8 |
| <i>Ramiformes</i> | | | | 5 | 4 | | | | 3 | | | | | | | | | 5 | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 16 | 14 | 7 | 12 | 12 | | 1 | 5 | 5 | 36 | 7 | 16 | 6 | 15 |
| <i>P. l. weddigei</i> | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| <i>P. l. klapperi</i> | | | | | 1 | 2 | | | | | 1 | | | 1 | | 2 | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>P. hemiansatus</i> | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. rhenanus</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. ensensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 1 |
| <i>P. ansatus</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>O. s. adventa</i> | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Number of elements | 2 | 1 | 4 | 8 | 11 | 20 | 16 | 9 | 15 | 12 | 1 | 1 | 6 | 8 | 36 | 9 | 18 | 6 | 21 |

Fig. 8.12. Conodont occurrences from the Lower and Middle Givetian in the Compte section (updated from Liao & Valenzuela-Ríos 2008).

| Stages/ Substages | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--------------------------------|-----------------|-----|
| | Middle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Upper | | |
| | ansatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | semialternans /latifossatus | hermanni Lw. | Up. |
| Conodont zonation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bed/samples | 19a ¹⁹ | 19a ¹⁹ | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 27a | 27b | 39 | 40 | 41a | 41b | 41c | 42a | 42b | 42c | 42d | 43b | 43c ₁ | 43c ₂ | 43e | 43f | 43g | 43j | 44 | 45b | 45c | 45f | 45j | 46a | 46b | 46g | 46h | 46i | | | | | | | | |
| Centimeters in section | 1315 | 1328 | 1335 | 1345 | 1385 | 1450 | 1460 | 1575 | 1635 | 1695 | 1695 | 1720 | 0 | 22 | 40 | 50 | 64 | 76 | 82 | 86 | 92 | 100 | 113 | 116 | 123 | 128 | 133 | 164 | 168 | 187 | 201 | 220 | 240 | 245 | 259 | 295 | 303 | 435 | | | | | | | | |
| Sample weight (Kg) | 3,4 | 5 | 3,5 | 4,5 | 3,1 | 4,4 | 2,4 | 2,7 | 1,2 | 3,8 | 2,7 | 2,5 | 5,4 | 6,7 | 8,8 | 3,5 | 3 | 5,8 | 3,8 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 3,6 | 5,3 | 2,5 | 3,8 | 5,6 | 5,3 | 5,7 | 11,9 | 6,1 | 2,4 | 6,2 | 8,4 | 2,4 | 0,5 | 4,8 | 1,3 | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 1 | 2 | 4 | 6 | 5 | 10 | 8 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 13 | 15 | 3 | 3 | 5 | 4 | 2 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 10 | 4 | 16 | 37 | 6 | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>P. l. weddigei</i> | 1 | | | | 1 | | | 3 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. klapperi</i> | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. hemiansatus</i> | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1? | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. ensensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. obliquimarginatus</i> | 1 | 1 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. brevis</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. eslaensis</i> | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. rhenanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. difficilis</i> | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. ansatus</i> | 1 | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. symmetricus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. mucronatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tortodus</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tortodus</i> sp. 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. caelatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. weddigei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. bultyncki</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. trispinatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. ovatinodosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. latifossatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "O". <i>semialternans</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "O". <i>s. adventa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. hermanni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. wittekindti</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. pietzneri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. peracutus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. limitaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "O". <i>sannemannii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>K. disparilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. c. ectypus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conodont elements | 7 | 5 | 5 | 11 | 10 | 10 | 8 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 6 | 19 | 20 | 6 | 5 | 7 | 6 | 3 | 6 | 6 | 4 | 6 | 13 | 16 | 5 | 21 | 44 | 47 | 12 | 1 | 70 | 19 | 10 | 49 | 4 | | | | | | | | |

Fig. 8.13. Conodont occurrences from the Middle and the lower part of Upper Givetian in the Compte section (Updated from Liao & Valenzuela-Ríos 2008).

hermanni Zone; it means that the lower record of this species in CP extends its global range. The appearance of *I. symmetricus* in the Bed 45f (Liao & Valenzuela-Ríos, 2008, table 1B) would also notably extend its range downward; elsewhere it appears in the *disparilis* Zone (Aboussalam, 2003).

In the LGA section this zone cannot be recognised.

The Upper Givetian: The hermanni Zone.

The *hermanni* Zone was subdivided into two zones (Ziegler, 1966; Klapper & Johnson, 1990), the Lower and Upper *hermanni* Zones, being the boundary traced with the entry of *P. cristatus*.

The Lower *hermanni* Zone is recognised in both sections. In the CP section by the entry of the index taxon, *S. hermanni* and in the LGA section by the association of species with similar ranges as the nominal one.

In the CP section, the base of the Lower *hermanni* Zone is identified by the entry of *S. hermanni* in Bed 46a together with *S. wittekindti* and *S. peracutus*; the latter shows here a downward extension of its range. Bed 46a also contains the first record of *P. limitaris*, and the local last record of *T. weddigei*. The latter extends the geographical and stratigraphical range of the species that previously was known only from the “pre-Taghanic” *ansatus* Zone in

the South of Morocco (Aboussalam, 2003) and from the Middle *varcus* Zone of the basal Prout Dolomite, Ohio (Sparling, 1999). The slightly delayed first occurrence of *S. pietzneri* is recorded above the base of the Lower *hermanni* Zone in Bed 46b (Fig. 8.13).

In the western limb of the LGA section (Figs. 8.11, 8.15), the association of *T. trispinatus* and *P. limitaris* in Bed 200c suggests that it belongs to the Lower *hermanni* Zone as the upper known range of the former does reach beyond the Lower *hermanni* Zone and the range of the latter starts at the *hermanni* Zone. The association of *P. l. mucronatus* and "*O.*" *s. adventa* in the overlying bed (201), permits assignation of this bed to the Lower *hermanni* Zone, as well. The uppermost range of the former taxon is known from the *hermanni* Zone and the latter starts in this zone. Other taxa from this bed, *P. l. linguiformis*, *P. l. klapperi* and *P. varcus*, have longer ranges.

The base of the Upper *hermanni* Zone in the CP section is identified by the entry of *P. c. ectypus* in Bed 46g. *P. c. cristatus* enters slightly delayed in Bed 49 (Fig. 8.13).

In the LGA section (Fig. 8.15), the occurrence of *P. l. mucronatus* in Bed 214b only indicates that this Bed is not younger than the *hermanni* Zone, because, elsewhere, this taxon does not cross the *hermanni* Zone.

The *disparilis* Zone.

This zone is identified by the lowest occurrence of the nominal taxon *K. disparilis* in both sections; besides that, its further subdivision into lower and upper, which is based on the entry of *P. dengleri* can also be recognised in the CP and LGA sections.

In the CP section (Figs. 8.13), the base of the Lower *disparilis* Zone is at the top of the thick Bed 46 (about 125 cm above the Bed 46h). The occurrence of an incomplete specimen assigned to *P. dengleri* in Bed 47 might already indicate the Upper *disparilis*

Zone, but clear records of *P. dengleri* start only in Bed 51. The highest local record of *S. wittekindti* in Bed 49 supports assignment of this bed to the Lower *disparilis* Zone, because this taxon becomes extinct in the lower half of this Zone (Klapper & Johnson, in: Johnson, 1990). On the other hand, the highest local record of *P. c. ectypus* in Bed 51 can belong to the Upper *disparilis* Zone. In the upper part of this zone, the first appearance of *K. unilabius* (Bed 53), the unique record of *K. disparalvea* (Bed 54) and the last occurrence of *S. pietzneri* (Bed 53) and *K. disparilis* (Bed 57) are noted.

In the LGA section (Figs. 8.15, 8.16), the record of *K. disparilis* in Bed 214c identifies the base of the Lower *disparilis* Zone. In this zone, specimens of this taxon, *P. dubius* and *P. c. cristatus*, are common in several beds. In this part of the section, the lowest local (delayed) record of *P. limitaris* is found in the basal part of Bed 218. The entry of *P. dengleri* in the middle part of Bed 218 permits identification of the Upper *disparilis* Zone, and therefore the recognition of the two fold Lower and Upper subdivision of the *disparilis* Zone. In the upper part of Bed 218, the local entry of *S. wittekindti* is noteworthy. The single occurrence of "*O.*" *s. proxima* is registered in the lower part of the overlying bed (219).

The uppermost Givetian: the *norrissi* Zone.

In the CP section (Fig. 8.14), the base of this zone is recognised at the Bed 58b with the entry of the corresponding index species *Sk. norrissi*. It appears together with *M. falsiovalis*, and then, this record evidences, at least locally, the supposed isochronous appearance of these two taxa and strengthens the correlation potential of any of these index species for the base of the uppermost Givetian age. It is also noted that the latest record of *S. peracutus* occurs in the same bed, which is in agreement with records above the *disparilis* Zone documented by several authors (Huddle, 1981; Bardashev, 1992; Liao & Valenzuela-

| Conodont zonation | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|------|-------|--------|--------------|-------------------|----------|--------------|------|------------------|------|------|------|-------------------|------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|-------------|--------------------|------|--------------------|------|-----|
| | Lower hermanni | | | | | | Bo(27) | | | | | | Upper hermanni ? | | | | | | Lower disparilis | | | | | | | | | |
| Bed/Sample | 202a | 202a ⁰⁶ | 202b | 203 | 204 | 204 | 204 | 205 | 205 ⁰⁶ | 206 | 206 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 212 ⁰⁶ | 213a | 213a ⁰⁶ | 213b ⁰⁶ | 214a | 214b | 214c | 214c ⁰⁶ | 216a | 216a ⁰⁶ | 216b | |
| | 5-9 | 5-9 | 10-13 cm top | 3-11 cm top | 5-17 | 17-23 | 24-37 | 12 cm top | 12 cm top | 6 cm top | 10 cm top | 208 | 7 cm top | | | 0-22 | 0-22 | | | | 10 cm top | 10 cm top | 8 cm top | | 0-20 | | | |
| Sample weight (Kg) | 2,38 | 3,4 | 2,4 | 2,52 | 5,68 | 3,72 | 6,94 | 3,96 | 3 | 2,35 | 3,18 | 3,98 | 3,32 | 2,56 | 12,1 | 3,06 | 2,64 | 3,4 | 3 | 8,44 | 10,41 | 4,4 | 6,5 | 6,7 | 3 | 7,24 | 3,52 | 5,5 |
| <i>Ramiforms</i> | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 2 |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 3 | 4 | 2 | 1 | | | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 5 | | 1 | 5 | 3 | 10 | 3 | 8 | 7 | | | | | | | 1 |
| <i>P. l. klapperi</i> | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | | | | | | | | | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1? | | | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. pseudofoliatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>P. l. mucronatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| "O." <i>semialternans</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | 1 | | |
| <i>P. c. cristatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1? | | 2 | |
| <i>K. disparilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | 2 | 2 |
| Number of elements | 4 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 5 | 1 | 2 | 8 | 3 | 14 | 3 | 8 | 7 | 2 | 2 | 7 | 1 | 1 | 4 | 5 |

means of the index taxon at the LGA section. However, the physical continuity of strata with the nearby LGA-I section, which contains *Sk. norrisi*, permits tentative assignation of the lower part of Bed 221 (lower 51 cm of a 200 cm thick bed), and

| Conodont zonation | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | Frasnian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-----------|------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------|-------|----------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Lower <i>disparilis</i> | | | Upper <i>disparilis</i> | | | | | | | | | | Lower <i>falsiovalis</i> | | | | | | | | | | | Upper <i>falsiovalis</i> | | | | | | | | | | | | |
| | 217a | 217b | 218 | 218 ⁰⁶ | 218 ⁰⁶ | 218 ⁰⁶ | 218 ⁰⁶ | 219 | 219 | 219 | 219 ⁰⁶ | 219 ⁰⁶ | 219 ⁰⁶ | 220 ⁰⁶ | 220 ⁰⁶ | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 | |
| Bed/Sample | 0-25 | 15 cm top | 8-30 | 45-52 | 45-52 | 78-88 | 78-88 | 48-56 | 84-90 | 108-120 | 225-240 | 225-240 | 17 cm top | 17 cm top | 3-8 | 8-16 | 46-51 | 122-130 | 122-130 | 152-160 | 195-200 | 10-16 | 10-16 | 56-62 | 225 | 226 | 227b | 225 | 226 | 227b | 225 | 226 | 227b | 225 | 226 | 227b | |
| Sample weight (Kg.) | 5,6 | 9,92 | 5,08 | 2,68 | 4,58 | 2,64 | 4,9 | 2,46 | 4,24 | 3 | 7,08 | 5,24 | 4 | 3,96 | 7,8 | 3,62 | 4,12 | 3,76 | 3,51 | 1,14 | 5,06 | 4,76 | 5,2 | 4,96 | 5,28 | 10,4 | 5,72 | 7,08 | 10,4 | 5,72 | 7,08 | 10,4 | 5,72 | 7,08 | 10,4 | 5,72 | 7,08 |
| <i>Ramiforms</i> | 20 | 1 | | 2 | 2 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>O. s. proxima</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. pennatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. hermanni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. wittekindti</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. c. ectypus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. c. cristatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dengleri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. limitaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. alveoliposticus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>K. ovalis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>K. disparilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. decoratus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. rugosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. taillensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ancyrodella</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. pristina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. r. rotundiloba</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. r. alata</i> late form | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. africana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number of elements | 24 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 7 | 24 | 4 | 13 | 8 | 6 | 9 | 5 | 8 | 3 | 41 | 17 | 15 | 3 | 3 | 8 | 12 | 11 | | | | | | | | | |

a

Fig. 8.16. Conodont occurrences from the Upper Givetian to Lower Frasnian in the La Guàrdia d'Ares sections (Liao & Valenzuela-Ríos 2013).

b

| Conodont zonation | Giv. | | Lower Frasnian | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|------|-------------------|------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|------------------|------|------|--|
| | Lw fals. | | Upper falsiovalis | | | | | | | | | | | |
| | norrisi | | MN1 | | MN2 | | | | | MN3 | | | | |
| Bed/Sample | 1a | 1b | 1c | 1c ⁰⁶ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6a | 6b | 6b ⁰⁶ | 7 | 9a | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Sample weight (Kg.) | 4,8 | 4,56 | 2,3 | 5,34 | 2,7 | 5,66 | 2,7 | 2,7 | 5,02 | 6,5 | 3,1 | 3,43 | 4,75 | |
| Ramiforms | | | | 1 | | 2 | 2 | | | | | | | |
| P. dubius | 2 | 5 | 32 | 2 | 6 | 3 | 6 | 4 | 4 | | 2 | 3 | 5 | |
| P. pennatus | 4 | 4 | 25 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | | | 4 | |
| P. dengleri | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| P. limitaris | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| P. collieri | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Sk. norrisi | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | |
| A. pristina | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | |
| A. r. rotundiloba | | | | | 2 | | | | | | | 1 | 1 | |
| A. r. alata late form | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Number of elements | 8 | 10 | 58 | 7 | 12 | 9 | 13 | 11 | 10 | 3 | 4 | 4 | 10 | |

probably the upper half of Bed 220 (the upper 17 cm of a 42 cm thick bed) to the *norrisi* Zone. The record of *P. alveoliposticus* in the uppermost 15 cm of Bed 219 can either belong to the *disparilis* or to the *norrisi* Zone as proposed by Bardashev (1992). The record of *P. d. dengleri* in the middle part of Bed 218 indicates the Upper *disparilis* Zone, which also supports the extension of *P. alveoliposticus* higher than the Lower *disparilis* Zone, but whether or not the LGA record belongs to the Upper *disparilis* or to the *norrisi* Zone cannot be tested by means of critical conodonts.

In the LGA-I section (Fig. 8.16b), the lowest sample (1a) yielded *Sk. norrisi* together with *P. collieri*, *P. pennatus* that have narrow stratigraphical ranges around the G/F interval as well as the entry of *P. dubius*. The following sample (1b) yielded *P. limitaris*, a taxon that also has an upper range limited to the *norrisi* Zone or perhaps into the basal Frasnian.

The Middle/Upper Devonian boundary and the Lower Frasnian (MN1-3 zones).

The base of the Frasnian age is defined by the entry of the first ancyrodellids. The classical early sequences of the ancyrodellids proposed by several authors (Bultynck 1981, García-López 1987, Klapper 1985, Qi 1989, Sandberg et al. 1989, Qi & Ziegler 1993, Weary & Harris 1994 and more authors) are slightly different; but the main evolutionary scheme consists of the *A. binodosa* - *A. rotundiloba* - *A. alata* lineage. Besides, species as *A. pristina* and later, *A. soluta* were considered as intermediate species between *A. binodosa* - *A. rotundiloba*. In this report, it is accepted to use *A. rotundiloba* "early form" (Klapper 1985) as an equivalent taxonomic term of *A. pristina* (Sandberg et al., 1989); otherwise, it is also accepted that *A. soluta* (Sandberg et al., 1989) is a junior specimen of *A. rotundiloba* "late form" (Klapper, 1985).

For the recognition of the conodont zonation for this part of the Frasnian, the zonation established in the Montagne Noire by Klapper (1989) and also the correlation scheme resumed by Klapper & Johnson (1990, Fig. 52) are followed.

In the CP section (Fig. 8.14), the base of the Frasnian strata, and consequently of the MN1 Zone, is recognised by the entry of *A. pristina* in Bed 59 (sample 59⁰⁴). The lowest occurrence of *A. rotundiloba* (previously reported as *A. soluta* by Liao & Valenzuela-Ríos, 2008, p. 16, table 1C) in Bed 60b indicates the beginning of the MN2 Zone. The following MN3 Zone is marked in Bed 64 with the first appearance of *A. r. alata*. Therefore, the new interpretation of the Frasnian part of the CP section is now updated here since the first publication of Liao & Valenzuela-Ríos (2008).

In the LGA section (Fig. 8.16a), the beginning of the Frasnian, and therefore of the Upper Devonian Series, is placed 122 cm above the base of Bed 221 with the lowest record of *A. pristina* corresponding to MN1 Zone. The sequential entries of *Ancyrodella* taxa permit recognition of the three lower zones (MN1 to MN 3) according to Klapper (1989). MN2 Zone starts 195 cm above the base of Bed 221 with the entry of *A. rotundiloba*. The entry of *A. r. alata* "late" form at the top of Bed 225 identifies the base of MN3 Zone. Within this zone *A. africana* enters in Bed 226.

The adjacent auxiliary section LGA-I (220 cm) was sampled in order to better characterise the Givetian/Frasnian boundary (Fig. 8.16b). As this section shows some physical continuity with the LGA section, the projection of data would help locating the G/F boundary in the LGA section. The Frasnian is identified in sample 1c by the presence of *A. pristina*; this sample belongs to the MN1 Zone. The overlying, MN2 Zone starts in Bed 2, which yielded the entry of *A. rotundiloba*. The sequence of entries of the genus *Ancyrodella* continues with the record of *A. r. alata* late form in sample 6b, which

indicates the beginning of MN3 Zone. This record matches the previous sequence described for the LGA section, but the lithological correlation between both sections suggests that the taxon enters slightly earlier in LGA-I, as the Bed 6b equivalent is placed below the top of Bed LGA 225.

8.4. Comparison to another section of the Compte Subfacies: the Villech section (Vi).

Boersma (1973) did the initial conodont study in the Villech section and later, Valenzuela-Ríos also sampled it for a geological mapping project with the Spanish Geological Survey. In the field campaigns (summers 2007 and 2008), S. Gouwy, J. I. Valenzuela-Ríos and myself sampled this section in detail for refining the conodont biostratigraphy. After that, the conodont data in this section was improved and several abstracts were presented in several symposia. In 2010, a Ph. D report of S. Gouwy (Middle Devonian Conodonts from the Northwestern Margin of Gondwana) was presented; in this report Vi section was included together with other sections from Sardinia for the their regional correlation. Finally, this section was recently published in Gouwy et al. (2013, Fig. 3, tables 1-3).

The comparison of the Vi section with CP and LGA sections is very important, because they have similar lithofacies, microfacies analyses, and also, the diversity of the conodonts belonging to a deep facies. For these reasons, the Vi section may be included in the Compte Subfacies (Fig. 8.17).

As mentioned before, the conodont data from the Villech section ranges from Lower-Upper Eifelian to Lower Frasnian age and the recognised conodont zonation is as follows: *costatus*, *kockelianus-eiflius*, *ansatus*, *semialternans*, *hermanni*, *disparilis*, *norrisi* and the MN1 Zone.

The Lower Eifelian: the costatus Zone.

In the Vi section, the index taxon of this zone, *P. costatus* appears in Bed 3 together with *I. cf. regularicrescens*; *P. angusticostatus* and *P. l. linguiformis* make their entries in Bed 5.

The Upper Eifelian: the kockelianus and eiflius Zones.

In the Vi section, the species *T. k. kockelianus* appears in Bed 15, defining the base of the *kockelianus* Zone and coinciding with the first occurrence of *P. pseudofoliatatus* morphotype β . *Polygnathus eiflius* appears in Bed 17, and marks the base of the *eiflius* Zone. The presence of *P. trigonicus* in Bed 17t in combination with *P. eiflius* limits this sample to the *eiflius* Zone (Belka *et al.*, 1997).

The Lower Givetian.

A typical Givetian fauna appears first in Bed 18A following a covered interval in the section: *P. ensensis*, *P. hemiansatus* and *P. xylus*, a combination that does not occur below the base of the Lower *varcus* Zone. The covered interval in the section does not allow sampling between Beds 17t to 18A, impeding the recovery of data that might indicate the presence of the *ensensis* and *hemiansatus* zones.

The Middle Givetian: the ansatus Zone.

This zone starts almost right above (sample V1/2) with the first occurrence of *P. ovatinodosus* (Klapper & Johnson, 1980; Gouwy & Bultynck, 2003), followed by the entry of *P. ansatus* (sample V502) and the first occurrence of *P. linguiformis weddigei* (Bed 19). The interval formed between Beds 23A to V610 marks a higher diversity of species as *P. timorensis*, *I. brevis*, *I. difficilis*, *P. l. mucronatus* and *P. varcus*, which seem to show delayed appearances.

The semialternans Zone.

The last zone of the Middle Givetian is recognised in Villech by the lowest record of "*O.*" *semialternans* together with "*O.*" *brevis* in Bed 26.

The Upper Givetian: hermanni, disparilis and norrisi Zones.

In the upper part of the section, the *hermanni*, *disparilis* and *norrisi* zones are recognised, all indicated by their respective index species. The appearance of *S. hermanni* defines the base of the Lower *hermanni* Zone in Bed 33. The first occurrence of *K. disparilis* (Bed Q-1/2) marks the Lower *disparilis* Zone. *P. d. dengleri* marks the base of the Upper *disparilis* Zone in Bed 34. The appearance of *Sk. norrisi* marks the base of the *norrisi* Zone, the uppermost conodont zone of the Givetian in Bed 35. The base of that zone normally coincides with the base of the *falsiovalis* Zone although *M. falsiovalis-ovalis* only appears here in Bed 35A, right beneath the appearance of *Ancyrodella cf. pristina* in sample Vi-I/36A.

The Middle to Upper Devonian: the Givetian-Frasnian boundary and MN1 Zone.

The Givetian-Frasnian boundary is positioned in the uppermost part of the studied section, between samples Vi-I/35A and Vi-I/36A. In the field, a small fault was inferred between those samples. The occurrence of *A. pristina* in the latter indicates the base of the Frasnian (within the *falsiovalis* Zone). Sample 36 shows the joint entry of *A. rotundiloba* s.s. and *A. binodosa*. These first Frasnian beds correspond to the Montagne Noire 1 Zone (MN1, Klapper, 1989).

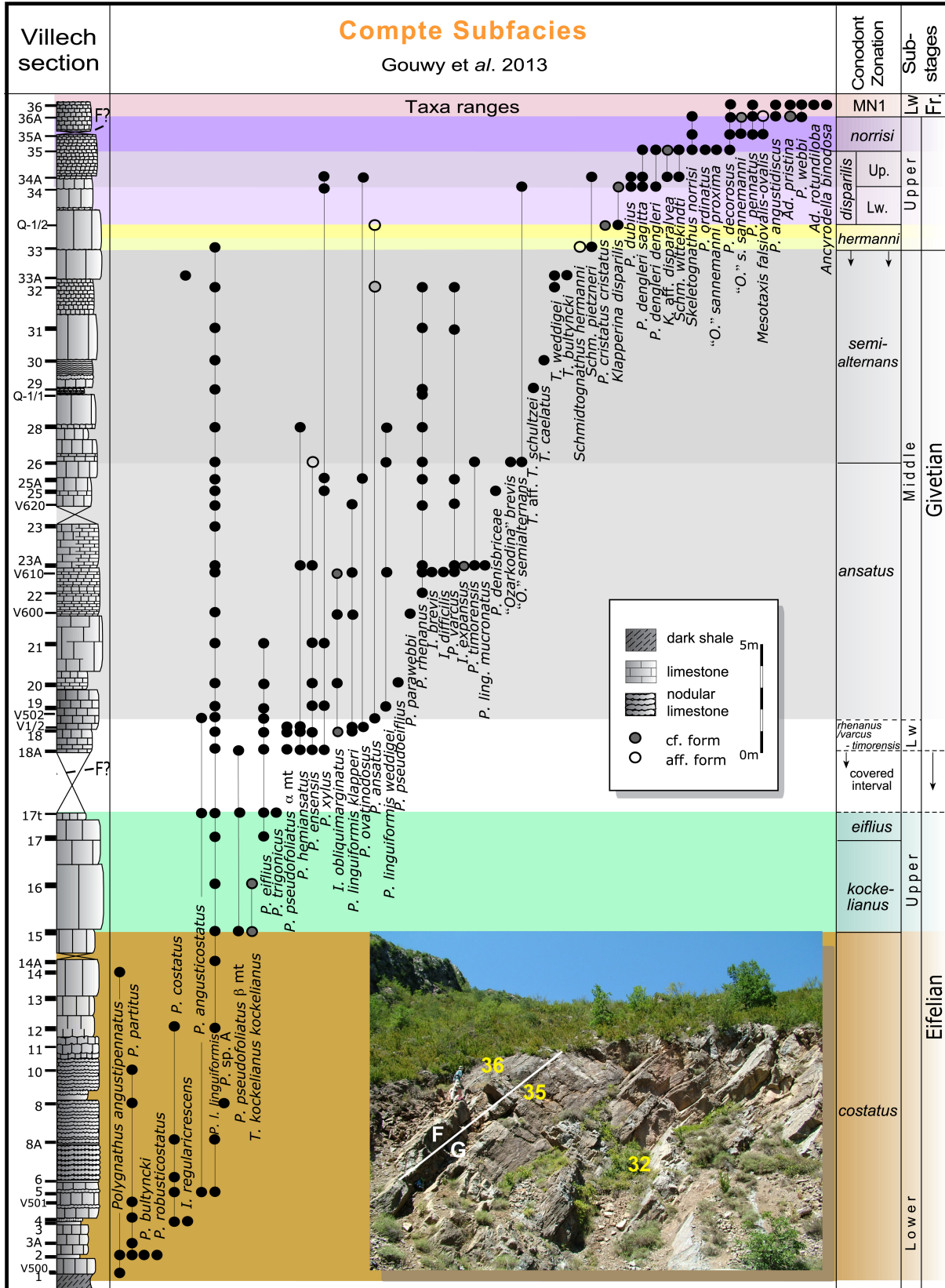


Fig. 8.17. Ranges of the selected conodont species in the Villech section (modified after Gouw *et al.*, 2013).

8.5. Discussion of the recognized conodont zones.

Seven sections belonging to three Subfacies of the Spanish Central Pyrenees were studied and sampled for conodonts. One of them, the Sahún section, did not yield any conodont. The other six (Ampriú, Basibé, Renanué, Compte, La Guàrdia d'Ares and Villech) furnished a conodont record ranging from the Lower Eifelian to the Middle Frasnian (see in Fig. 8.18).

The studied part of the Eifelian comprises the *costatus*, *kockelianus* and *ensensis* Zones. The first zone is proven by *P. c. costatus*, the following zone is identified by *T. k. kockelianus* and the *ensensis* Zone is placed between the *kockelianus* and *hemiansatus* Zones. In the Vi-I section, the *costatus*, *kockelianus* and *eiflii* Zones are recognised; the *eiflii* Zone comprises part of the *ensensis* and *kockelianus* Zone (Fig. 5.2). In the Re section the *ensensis* Zone is placed below the entry of *P. hemiansatus*. In the LGA section, the *kockelianus* Zone and an interval termed *kockelianus-ensensis* are identified below the Givetian.

The base of the Givetian is defined by the entry of the index conodont *P. hemiansatus* at the base of the Bed 123 in the section Jebel Merch Irdane in Tafilalt, Morocco. The boundary is identified by the sequential entry of the taxon in sections Re and LGA. In the Vi-I section, the index taxon has not been found, but the boundary has to lie in an undefined interval of about 2 m between conodonts of the *kockelianus-ensensis* Zone below and the Lower *varcus* Zone above.

The *timorensis* Zone is only identified in Renanué with the entry of the name-giving taxon *P. timorensis*. In other sections (CP, LGA, Vi-I) there is a set of strata below the overlying *rhenanus/varcus* Zone that can be attributed to the *timorensis* Zone.

The *rhenanus/varcus* Zone is identified in the Re and CP successions by the entry of the indexes *P. rhenanus* and/or *P. varcus*.

The *ansatus* Zone is recognised in CP section by the entry of the nominal taxon *P. ansatus*. In Re, Vi-I and LGA, this taxon enters slightly above the base of the Zone.

The *semialternans/latifossatus* Zone is recognised in Vi-I by the lowest record of "*O.*" *semialternans*, in CP by the joint entry of both indexes and in Re and LGA by the conodont records above and below the supposed interval.

The *hermanni* Zone is recognised in all sections. The sequential entry of *P. c. cristatus* or *P. c. ectypus* permits identification of Lower and Upper *hermanni* Zones in Re, CP and LGA. In Amp and Vi-I only the *hermanni* Zone can be recognised.

The *disparilis* Zone is identified by the lowest occurrence of the nominal taxon in CP, LGA and Vi-I. Its further subdivision into lower and upper, which is based on the entry of *P. dengleri* is also identified in CP, LGA and Vi-I.

The uppermost Givetian, *norrisi* Zone is defined by the lowest entry of *Sk. norrisi* and has been identified in Re, CP and LGA and Vi-I successions.

In the Lower Frasnian, the first three Montagne Noire Zones (Klapper 1989) are recognised by their diagnostic conodonts. MN4 and MN6 Zones are recognised by association of characterising taxa.

The MN1 Zone is defined by the lowest occurrence of the first ancyrodellids (*A. rotundiloba* "early form", in the Klapper, 1985 sense) and it is possible to recognise it in CP, LGA, Vi-I and Bas sections. In Re, this zone is correlated by Frasnian *Polygnathus* species.

The MN2 Zone is marked with the entry of *A. rotundiloba* ("late form", in the Klapper, 1985 sense). This zone is also distinguished in CP, LGA and Bas sections. In Re, this zone is correlated by Frasnian *Polygnathus* and *Klapperina* species.

The MN3 Zone is characterised by the first appearance of *A. r. alata* ("late form",

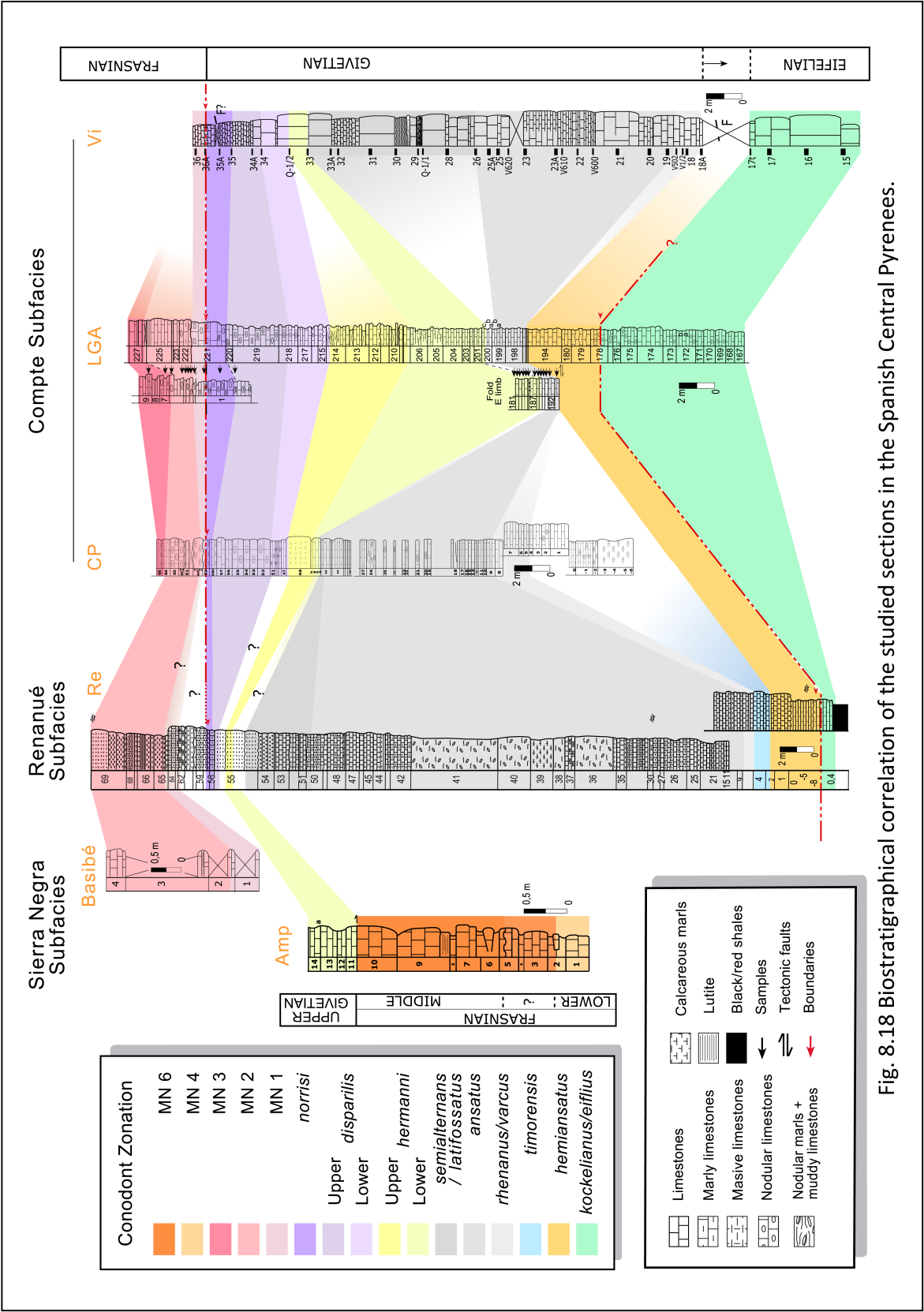


Fig. 8.18 Biostratigraphical correlation of the studied sections in the Spanish Central Pyrenees.

in the Klapper, 1985 sense), and/or together with *A. rugosa*. In CP and LGA sections are possible to distinguish this zone by its index taxa.

Finally, in the Amp section the overlying zones, MN4 and MN6 Zones can be recognised.



8.6. Central Pyrenean Conodont Range Chart and the identification of bio-chronostratigraphical boundaries. (Fig. 8.19).

Below a general central Pyrenean conodont range chart from Eifelian to Middle Frasnian taxa is presented. This chart has been compiled from the detailed biostratigraphical study of seven selected successions: Ampriú (Amp), Basibé (Bas), Renanué (Re), Compte (CP), La Guàrdia d'Ares (LGA, LGA-I) and Villech (Vi) that are described in previous chapters.

This chart is based on the known range of the 86 taxa described herein (chapter 7). As inferred from the systematic part, the global biostratigraphical ranges of the following taxa are extended downwards with the Pyrenean data: *Icriodus difficilis*, *I. symmetricus*, *Polygnathus dubius*, *P. furtivus* and *Schmidtognathus peracutus*. Also, the general stratigraphic ranges of the following taxa are upwards enlarged: *P. eiflii*, *P. hemiansatus*, *P. limitaris*, *P. I. weddigei*, *P. pseudoeiflii*, *P. tafilensis*, *Tortodus kockelianus kockelianus* and *T. weddigei*.

The records from the Eifelian strata come mainly from the section Villech (Vi-I) (Gouwy *et al.*, 2013) as the lower exposure of the other sections does not reach beyond the upper part of the *kockelianus* Zone. This fact is marked in the chart by a green line indicating the downwards extension of the local ranges in the other sections. Also, the section Vi-I records higher ranges for two taxa: *P. parawebbi* and “*Ozarkodina sannemanni proxima*”.

Most of the Eifelian, Givetian and Frasnian zones are identified by the lowest entries of their respective index taxa. The exceptions are: 1) the Eifelian *costatus* Zone as none of the studied sections reaches the base of this Zone. 2) The Lower Frasnian MN4 and the Middle Frasnian MN6 zones that are recognised by the conodont association (Liao & Valenzuela-Ríos, 2012). 3) The position of the MN5 Zone and of the

Lower/Middle Frasnian is unknown, but has to be located between records assigned to MN4 and MN6 zones.

The base of the Givetian coincides with the base of the *hemiansatus* Zone. This boundary is precisely located in two sections (Re and LGA). The Givetian is further subdivided into three parts (Lower, Middle and Upper). The base of the Middle Givetian is placed at the base of the *rhenanus/varcus* Zone. This boundary is exactly located in the sections Re and CP. The beginning of the Upper Givetian coincides with the base of the *hermanni* Zone, which is accurately identified in the section CP.

The base of the Frasnian is defined by the lowest occurrence of the first ancyrorellids (*A. rotundiloba* “early” form, in the sense of Klapper 1985). This boundary is precisely located in the sections CP, LGA, LGA-I and VI-I sections. The base of the Middle Frasnian coincides with the base of the *punctata* or MN5 Zone. This boundary cannot be identified in the studied sections, but its position is narrowed to a short set of strata (see above and Liao & Valenzuela-Ríos, 2012).

BIOFACIES DE CONODONTOS

9. Estudio de biofacies de conodontos.

9.1. Introducción.

El interés sobre la distribución de conodontos en relación a las biofacies se inició en los años 60 y progresó hasta entrado el siglo XXI en distintas partes del mundo. Ziegler (1962b) mediante el estudio de las biofacies de *Palmatolepis*, que están confinadas en facies de aguas profundas, propuso por primera vez las 27 zonas de conodontos para el Devónico Superior de las Montañas Renanas que posteriormente fueron reconocidas como la zonación estándar para la bioestratigrafía de esta Serie.

Otros autores como Seddon (1970a), Seddon & Sweet (1971) en sus estudios sobre el Frasnense del "Canning Basin", al oeste de Australia, propusieron un modelo de ecología para la distribución de conodontos basado en dos biofacies: *Palmatolepis* e *Icriodus*. La primera está dominada por especies de *Palmatolepis* junto con especies menos abundantes de *Ancyrodella* y *Ancyrognathus* y corresponde a facies profundas (equivalente al offshore), mientras que la segunda, está formada por las especies de *Icriodus* y *Polygnathus* que se limitarían a la parte superior de la zona fótica (nearshore) y que además, pueden ser menos abundantes que los taxones de la otra biofacies.

Unos años más tarde, Sandberg (1976) estudiando conodontos del Fameniense Superior al oeste de EE.UU., reconoció cinco biofacies distribuidas en una secuencia de facies desde offshore, pelágico a nearshore, nerítico y peritidal. Posteriormente, Sandberg & Dresden (1984) comparando materiales de EE.UU. y Europa de todo el Devónico Superior ampliaron el número a 9 biofacies dominadas por *Icriodus* y otros géneros. Estas biofacies de ambientes someros (neríticos) fueron consideradas dentro de una propuesta de modelo alternativo para el Devónico Superior.

Klapper & Lane (1985) estudiando materiales del Frasnense de los "Northwestern Territories" y sus áreas próximas (al Sur del Distrito de Mackenzie, Canadá), reconocieron el desarrollo de faunas de conodontos dominadas por *Polygnathus* (en su mayor parte, especies nuevas); además, estas aparecen junto con especies menos abundantes de *Palmatolepis*. Estos autores no reconocieron ninguna biofacies de *Icriodus* significativa. De modo que las correlaciones propuestas por ellos consistían en que muchas de las entradas de especies de *Polygnathus* coinciden con las primeras apariciones de las de *Palmatolepis* y por tanto, son correlacionables con la zonación estándar (Ziegler, 1962b) para el Devónico Superior.

Sandberg *et al.* (1989) estudiando conodontos en torno al límite Devónico Medio y Superior de las Montañas Renanas (Alemania) y algunas regiones norteamericanas (Nevada, Idaho, Michigan, y Nueva York), propusieron tres nuevas biozonas (*falsiovalis*, *transitans* y *punctata*) para completar la zonación estándar de conodontos. Las dos primeras biozonas están relacionadas con cinco biofacies de conodontos que son: 1) mesotáxidos-polignátidos, 2) polignátidos-icriódidos, 3) polignátidos-ancirodélidos, 4) polignátidos y finalmente 5) pandorinelínidos. Las cuatro primeras biofacies pertenecen a aguas profundas y la última, a facies de aguas más someras. La tercera biozona está estrechamente relacionada con las biofacies de palmatolépidos.

Gong (1989) y Carls & Gong (1992) estudiaron materiales del Devónico al Carbonífero Inferior de la región de Baoshan y sus proximidades (al oeste de Yunnan, China); reconocieron biofacies de *Polygnathus* y las situaron en ambientes desde plataforma arrecifal al pie de talud.

Hüneke (1995) investigó sobre materiales del Devónico Inferior y Superior de la sucesión de Antoinettenweg

(Montañas del Harz, Alemania) y reconoció 5 biofacies principales: 1) *Pandorinellina-Icriodus*, 2) *Polygnathus*, 3) *Palmatolepis-Polygnathus*, 4) *Palmatolepis* y 5) *Palmatolepis-Bispathodus*.

Ovnatonova & Kononova (2008): en un estudio sobre el análisis de diversidad taxonómica de conodontos del Frasnense procedentes de las Provincias del Volga-Ural y del Timan-Pechora (al este de la Plataforma Rusa), distinguieron dos biofacies principales: 1) *Mesotaxis-Palmatolepis* (facies de cuenca a talud) y 2) *Polygnathus* (depósitos de plataformas someras y back-reef). Aparte de estas biofacies, reconocieron otras menos marcadas: 3) *Mesotaxis-Polygnathus* y 4) *Mesotaxis-Ancyrodella*.

En este capítulo nos proponemos: 1) analizar la relación existente entre bioestratigrafía y biofacies, 2) identificar las posibles biofacies o asociaciones de biofacies, y finalmente, 3) evaluar la diversidad taxonómica del intervalo Eifeliense (Devónico Medio) al Frasnense Medio (Devónico Superior) del área de estudio.

9.2. Descripción de las biofacies.

En el Pirineo Central, las sucesiones seleccionadas para el análisis de biofacies fueron: Ampriú (Amp), Basibé (Bas), Renanué (Re), Compte (CP), La Guàrdia d'Ares (LGA, LGA-I) y Villech (VI-I).

Para la descripción de las biofacies se utilizaron datos de las distribuciones taxonómicas de las sucesiones estudiadas y descritas en el capítulo 8 y que se indican aquí: Fig. 8.2 (Ampriú), Fig. 8.3 (Basibé); Figs. 8.6-8.8 (Renanué); Figs. 8.12-8.14 (Compte), Figs. 8.11, 8.15 y 8.16 (La Guàrdia d'Ares) y Fig. 8.17 y Gouwy *et al.* (2013: tabla 1) en Villech.

En el registro de conodontos se reconocen un total de 11 géneros, que son: *Ancyrodella* (A), *Belodella* y *Neopanderodus* (coniformes -C), *Icriodus* (I), *Klapperina* (K), *Mesotaxis* (M), “*Ozarkodina*” (O), *Polygnathus* (P -plataformas estrechas y PW -plataformas anchas), *Schmidtognathus* (Sch), *Skeletognathus* (Sk) y *Tortodus* (T).

El siguiente cuadro resume las abreviaturas utilizadas en las figuras de las biofacies de conodontos de las sucesiones estudiadas (Fig. 9.1).

| Pisos/Subpisos | Abreviaturas | Zonas de conodontos | Abreviaturas |
|-----------------------|--------------|-----------------------------|----------------------|
| Frasniense Medio | FRAS. MD. | Montaña Negra | MN |
| Frasniense Inferior | FRAS. INF | <i>disparilis</i> | <i>disp</i> |
| Givetiense/Frasniense | G/F | <i>hermanni</i> | <i>herm</i> |
| Givetiense Superior | GIV. SUP. | <i>semialternans</i> | <i>semialt.</i> |
| Givetiense Medio | GIV. MD. | <i>latifossatus</i> | <i>latif.</i> |
| Givetiense Inferior | GIV. INF | <i>rhenanus/varcus</i> | <i>rh/v</i> |
| Eifeliense | EIF | <i>timorensis</i> | <i>tm</i> |
| Subpisos | Subp. | <i>kockelianus-ensensis</i> | <i>kock-ensensis</i> |

Fig. 9.1. Abreviaturas empleadas en el análisis de biofacies de conodontos.

En la sección de Ampriú, el registro de conodontos de la Biozona *Hermanni* (el comienzo del Givetiense Superior) está dominado en el tramo inferior (11) por “*Ozarkodina*”, con porcentajes próximos al 80 %; *Polygnathus* y *Schmidtognathus* son minoritarios y entre ambos completan el 100%. En contraste, en tramos más jóvenes (12 y 13), *Schmidtognathus* representan el 100 % de la muestra y en la parte alta de la

zona (14a), *Polygnathus* sustituye a *Schmidtognathus* alcanzando el 100 %. En la parte alta del Frasnense Inferior (Zona MN4 o *transitans*) y baja del Frasnense Medio (Zona MN6) domina *Polygnathus* (60-87%), pero en la parte media de la Zona MN6 (tramo 9) *Ancyrodella* toman el relevo, alcanzando el 100% y son sustituidas de nuevo en el tramo superior (10) por *Polygnathus* (100%). Los taxones

| Pisos/ Subpisos | Zonas de conodontos | Muestras Amp | P | I | Sch | O | K | M | A | Biofacies Ampriú |
|--------------------|---------------------------|-----------------|-----|----|-----|----|----|----|-----|---------------------|
| GIV. SUP. | <i>hermanni-cristatus</i> | 11 | 10 | | 10 | 80 | | | | O+(P+Sch) |
| | | 12 | | | 100 | | | | | Sch |
| | | 13 | | | 100 | | | | | Sch |
| | | 14a | 100 | | | | | | | P |
| FRAS. INF. | MN4 <i>transitans</i> | 1 | 87 | 5 | | | | | 8 | P+(A+I) |
| | | 2 | 75 | | | | 8 | | 17 | P+(A+K) |
| ? | ? | 4 | 72 | 14 | | | | | 14 | P-(A+I) |
| | | 5 | 60 | | | | 10 | 10 | 20 | P-A+(K+M) |
| FRAS. MD. | MN6 <i>punctata</i> | 6 | 80 | 10 | | | | 10 | | P+(I+M) |
| | | 7 | 76 | 12 | | | | | 12 | P+(A+I) |
| | | 9 | | | | | | | 100 | A |
| | | 10 | 100 | | | | | | | P |

Fig. 9.2. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies en el Givetiense Superior y Frasnense Inferior y Medio de la sección de Ampriú.

| Pisos/ Subpisos | Zonas de conodontos | Muestras Bas | P | T | M | A | Biofacies Basibé |
|--------------------|------------------------|-----------------|----|----|---|----|---------------------|
| FRAS. INF. | MN1 | 1/1'04 | 54 | | | 46 | P-A |
| | MN2 | 2/2'04 | 55 | 10 | | 35 | P-A+(T) |
| | | 3/3'04 | 63 | | 9 | 28 | P-A+(M) |
| | | 4/4'04 | 78 | | | 22 | P+(A) |

Fig. 9.3. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies en el Frasnense Inferior de la sección de Basibé.

minoritarios acompañantes son especies de *Icriodus* (5-14%), *Mesotaxis* (10%) y *Klapperina* (8-10%). El porcentaje en *Ancyrodella* varía entre 8-20 % en los tramos 1-7 (con la excepción del tramo 6, donde no está representado). Ver Fig. 9.2.

El intervalo del Frasnense Inferior (Zonas MN1 - MN2) en Basibé está representado por cuatro géneros, donde *Ancyrodella* (22-46%) y *Polygnathus* (54-78%) son los dominantes, mientras que *Tortodus* y *Mesotaxis* son minoritarios y alcanzan sólo hasta el 10%. La proporción *Polygnathus/Ancyrodella* aumenta hacia los niveles más jóvenes (Fig. 9.3).

En Renanué, queda reflejado claramente el predominio de *Polygnathus* desde el Eifeliense Superior al Frasnense Inferior. Sin embargo, se observa que hay dos tramos donde el grupo dominante es *Icriodus*: 1) parte baja de la Biozona *Timorensis* (tramo 4, final del Givetense Inferior, 75%); 2) parte alta de la Biozona *Ansatus* (tramo 47, Givetense Medio, 60%). Asimismo los coniformes son el grupo dominante (50%) en las partes medias de la Biozona de *Latifossatus* (tramo 52, Givetense Medio). Hasta la Biozona *Hermannii* Inferior, *Polygnathus* presenta plataformas estrechas; en la siguiente biozona, *Hermannii* Superior, con la entrada de *P. c. cristatus* comienzan las formas de plataformas anchas que coexisten con los últimos elementos de plataformas estrechas hasta la parte baja de la Biozona *Disparilis* Superior. En la parte alta de la Biozona *Disparilis* Superior (tramo 56, Givetense Superior) se observa un cambio importante. A partir de este tramo *Polygnathus* presenta exclusivamente plataformas anchas; *Icriodus* prácticamente desaparece (excepto por un pico en el tramo 55+460) y es sustituido por *Klapperina* y "*Ozarkodina*" (que juntos varían del 7-30%). A ellos se unen *Skeletognathus* en la Biozona *Norrisi* (3-6%). Ver Figs. 9.4 - 9.6.

En general en la sucesión de Compté domina *Polygnathus* desde el Givetense Inferior hasta el Frasnense Inferior; sin embargo hasta la Biozona *Ansatus* (Givetense Medio), *Icriodus* presentan una distribución irregular en picos, que varían desde el 20-83%. A partir de entonces, *Icriodus* prácticamente desaparece, excepto en tres tramos (45c-j, 59 top y 63) y los grupos que se asocian minoritariamente a *Polygnathus* son *Tortodus* y *Schmidtognathus*. *Tortodus* comprende del 6-20% y se limita a las biozonas *Ansatus*, *Hermannii* y *Disparilis* Superior. *Schmidtognathus* es importante en la Biozona *Hermannii* (26%) y hay relictos (1-2%) en la Biozona *Norrisi* y la Zona MN1. *Klapperina* es abundante (25-43%) en los tramos 46top-54 (biozonas *Disparilis* Inferior y parte de Superior) y más escaso (1-7%) en los tramos 57-59 top (parte alta *Disparilis* Superior, *Norrisi* y MN1). A partir de este tramo desaparece y vuelve a registrarse en el tramo 65 (Zona MN3) en proporciones importantes (17%). *Mesotaxis* es escaso (1-7%) y se restringe a los tramos 58b-62 (Biozona *Norrisi* - Zona MN2). Una pequeña radiación de *Skeletognathus* (5-14%) se registra en la Biozona *Norrisi* y Zona MN1. *Ancyrodella* comienza en el Frasnense y presentan valores pequeños (2-10 %) hasta la Zona MN2. A partir de la MN3 aumentan considerablemente su proporción (25-48%). El cambio en la anchura de la plataforma de los *Polygnathus* se observa a partir de la biozona de *hermannii* con el primer registro de *P. limitaris* (tramo 46a-h). Ver Figs. 9.7, 9.8.

En La Guàrdia d'Ares, *Polygnathus* dominan desde el Eifeliense Superior hasta el comienzo del Frasnense. En algunos intervalos es prácticamente el único género. *Icriodus* (6%) y *Tortodus* (2%) son componentes minoritarios que se limitan a un solo tramo (178) en la Biozona *Hemiansatus*. "*Ozarkodina*" es otro grupo minoritario (2-7%) con un registro que comprende desde las biozonas *Hermannii* a

| Plsos/ Subp. | Zonas de conodontos | Muestras Re | <i>P</i> | <i>I</i> | <i>C</i> | <i>T</i> | Biofacies Renanué |
|-----------------|-----------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|
| EIF. | <i>ensensis</i> | 0,4 | 83 | 10 | 5 | 2 | P+(I+C+T) |
| GIV. INF. | <i>hemi- ansatus</i> | -8, -7 | 91 | 9 | | | P+(I) |
| | | -6 | 100 | | | | P |
| | | -5 | 70 | 9 | 21 | | P-C+(I) |
| | | -3, -2, -1, 0 | 100 | | | | P |
| | | 1 | 92 | | 8 | | P+(C) |
| | <i>timorensis</i> | 3 | 63 | 37 | | | P-I |
| | | 4 | 25 | 75 | | | I-P |
| GIV. MD. | <i>varcus/ rhenanus</i> | 5, 6, 7 | 88 | 12 | | | P+(I) |
| | | 8 | 75 | | 25 | | P-C |
| | <i>ansatus</i> | 9 | 93 | 1 | 4 | 2 | P+(I+C+T) |
| | | 10 | 84 | | 16 | | P+(C) |
| | | 11 | 94 | 6 | | | P+(I) |
| | | 12 | 81 | | 19 | | P+(C) |
| | | 13 | 100 | | | | P |
| | | 15 | 70 | 2 | 25 | 3 | P-C+(T+I) |
| | | 16 | 76 | 3 | 21 | | P-C+(I) |
| | | 17 | 90 | | 10 | | P+(C) |
| | | 18 | 98 | | | 2 | P+(T) |
| | | 19 | 97 | 3 | | | P+(I) |
| | | 20 | 90 | 6 | | 4 | P+(I+T) |
| | | 21 | 59 | 41 | | | P-I |
| | | 23 | 100 | | | | P |
| | | 24 | 82 | 18 | | | P+(I) |
| | | 25-41 | 100 | | | | P |

Fig. 9.4. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies durante el Eifeliense al Givetense Medio de la sucesión de Renanué.

| Plsos/ Subp. | Zonas de conodontos | Muestras Re | <i>P</i> | <i>I</i> | <i>C</i> | <i>T</i> | <i>O</i> | <i>K</i> | <i>Sk</i> | Biofacies Renanué |
|-----------------|------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------------------|
| GIV. MD. | <i>ansatus</i> | 42 | 92 | 1 | 7 | | | | | P+(C+I) |
| | | 43, 44a | 100 | | | | | | | P |
| | | 45 | 70 | 30 | | | | | | P-I |
| | | 47 | 40 | 60 | | | | | | I-P |
| | | 48 | 100 | | | | | | | P |
| | | 49 | 95 | 2 | 2 | 1 | | | | P+(I+C+T) |
| | <i>latifossatus</i> | 50 | 100 | | | | | | | P |
| | | 51 | 92 | | 8 | | | | | P+(C) |
| | | 52 | 33 | 17 | 50 | | | | | C-P+(I) |
| | | 53 | 79 | 21 | | | | | | P-I |
| | | 54 - 55+50 | 100 | | | | | | | P |
| GIV. SUP | <i>herm.</i> Inf. ? | 55+80 55+130 | 100 | | | | | | | P |
| | | 55+180 | 89 | 11 | | | | | | P+(I) |
| | <i>herm.</i> Sup. | 55+260 | 100 | | | | | | | P+PW |
| | <i>disp.</i> Inf. ? | 55+300 | 69 | 31 | | | | | | P-I |
| | | 55+336 | 100 | | | | | | | P |
| | <i>disp.</i> Sup. | 55+360 | 68 | 32 | | | | | | P-I |
| | | 56'01 | 89 | | | | 11 | | | P W+(O) |
| | <i>norrissi</i> | 56 | 74 | 3 | | | 15 | 5 | 3 | P W+(O+K+Sk+I) |
| | | 57 | 73 | 5 | 10 | | 17 | 5 | | P W- (O+C+K+I) |
| | | 55+420 | 100 | | | | | | | P W |
| | | 58 | 74 | | | | 20 | | 6 | P W-O+(Sk) |

Fig. 9.5. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies durante el Givetiense Medio y Superior de la sucesión de Renanué. PW indica *Polygnathus* con plataformas anchas.

| Plsos/ Subp. | Zonas de conodontos | Muestras Re | <i>P</i> | <i>I</i> | <i>O</i> | <i>K</i> | Biofacies Renanué |
|-----------------|------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|
| ? | G/F | 59 | 85 | | 15 | | P W+(O) |
| | | 55+460 | 65 | 35 | | | P W-I |
| | | 60 | 82 | | 18 | | P W+(O) |
| | | 55+533 | 100 | | | | P W |
| FRAS. INF. | MN1-MN2 | 62 | 85 | | 9 | 6 | P W+(O+K) |
| | | 55+650 | 85 | | 15 | | P W+(O) |
| | | 55+675 | 93 | | 5 | 2 | P W+(O+K) |
| | | 63 | 100 | | | | P W |
| | | 64 | 70 | | 20 | 10 | P W-O+(K) |
| | | 67, 68 | 100 | | | | P W |
| | | 69 | 88 | | 12 | | P W+(O) |

Fig. 9.6. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies durante el Givetense Superior y Frasnense basal de la sucesión de Renanué.

la *Disparilis*. *Klapperina* es importante en la Biozona *Disparilis* Inferior (10-38%) y en la parte alta de la Zona MN3 (24%). Además sus registros son menos importantes (4-7%) en las biozonas *Disparilis* Superior, *Norrissi* y en la Zona MN3. *Schmidtognathus* está representado en la parte alta de la biozona de *Disparilis* Superior, donde es el grupo dominante (45%) y en la parte baja de la de *Norrissi*, donde alcanza el 8% y constituyen el grupo secundario. *Skeletognathus* aparece en la Biozona *Norrissi* y alcanza hasta la base de la Zona MN3. En ambos casos sus porcentajes son el 4% y representa el componente accesorio de la biofacies. *Ancyrodella* comienza en la Zona MN1 y continúa hasta el final de la sección (Zona MN3); sus porcentajes varían entre el 7-75%, siendo más abundantes en la Zona MN3, donde puntualmente (tramos LGA 226 y LGA-I/7) reemplaza a *Polygnathus* como taxón dominante. El cambio en la

anchura de la plataforma en *Polygnathus* comenzaría en la Biozona *Hermanni* Inferior (tramo 200c) con la entrada de *P. limitaris*. Los *Polygnathus* estrechos continúan durante toda la Biozona *Hermanni*; a partir de la base de la Biozona *Disparilis* Inferior (tramo 214c, entrada de *P. c. cristatus*) solo se registran *Polygnathus* con plataformas anchas (Fig. 9.9).

| Plsos/ Subp. | Zonas de Conodontos | Mues- tras CP | <i>P</i> | <i>I</i> | <i>T</i> | Biofacies Compte |
|-----------------|---|------------------|----------|----------|----------|---------------------|
| GIV. INF. | <i>hemi- ansatus - timorensis</i> | -6 | 50 | 50 | | P-I |
| | | -4, 0 | 100 | | | P |
| | | -2 | 66 | 34 | | P-I |
| | | -1 | 75 | 25 | | |
| | | 1 | 60 | 40 | | P-I |
| | | 2 | 100 | | | P |
| | | 3 | 75 | 25 | | P-I |
| | | 4 | 56 | 44 | | |
| GIV. MD. | <i>varcus/ rhenanus</i> | 5 | 67 | 33 | | P+(I) |
| | | 6 | 86 | 14 | | |
| | | 7, 8 | 100 | | | P |
| | <i>ansatus</i> | 9 | 100 | | | P-I |
| | | 10 | 62 | 38 | | |
| | | 11 | 70 | 30 | | |
| | | 12 | 53 | 47 | | |
| | | 13 | 80 | 20 | | |
| | | 14 | 100 | | | P |
| | | 15 | 61 | 39 | | P-I |
| | | 16 | 46 | 54 | | I-P |
| | | 17 | 17 | 83 | | |
| | | 18 | 50 | 50 | | P-I |
| | | 19 | 59 | 41 | | |
| | | 20 | 63 | 37 | | |
| | | 21 | 80 | 20 | | |
| | | 22-40 | 100 | | | P |
| | | 41 | 93 | | 7 | P+(T) |

Fig. 9.7. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies durante el Givetiense Inferior y Medio de la sucesión de Compte.

| Plsos/ Subp. | Zonas de Conodontos | Muestras CP | P | I | T | Sch | O | K | M | Sk | A | Biofacies Compte |
|-----------------|----------------------------|----------------|-----|----|----|-----|---|----|---|----|----|-------------------------|
| GIV. MD. | <i>ansatus</i> | 42a-d | 94 | | 6 | | | | | | | P+(T) |
| | | 43b-j | 89 | | 11 | | | | | | | |
| | | 44 | 91 | | 9 | | | | | | | |
| | | 45b | 86 | | 14 | | | | | | | |
| | <i>semialt/ latif.</i> | 45c-j | 83 | 13 | | | 4 | | | | | P+(I+O) |
| GIV. SUP. | <i>hermanni</i> | 46a-h | 68 | | 2 | 26 | 4 | | | | | P W-Sch+(O+T) |
| | <i>disparilis</i> Inf. | 46top | 75 | | | | | 25 | | | | P W-K |
| | | 47 | 57 | | | | | 43 | | | | |
| | | 49, 50 | 75 | | | | | 25 | | | | |
| | <i>disparilis</i> Sup. | 51 | 75 | | | | | 25 | | | | |
| | | 52 | 62 | | 12 | | | 26 | | | | P W-K+(T) |
| | | 53 | 40 | | 20 | | | 40 | | | | |
| | | 54 | 67 | | | | | 33 | | | | P W-K |
| | | 55, 56, 58 | 100 | | | | | | | | | P W |
| | | 57 | 93 | | | | | 7 | | | | P W+(K) |
| | | 58b | 71 | | | 2 | 9 | 2 | 2 | 14 | | PW+(Sk+O +Sch+K +M) |
| | <i>norrissi</i> | 59b | 83 | | | | | 3 | 7 | 7 | | P W+(Sk+M+K) |
| FRAS. INF. | MN1 | 59top | 86 | 2 | | 1 | | 1 | 3 | 5 | 2 | PW+(Sk+M+I+A+Sch +K) |
| | | 60a | 89 | | | | | | | | 11 | P W+(A) |
| | MN2 | 60b-d | 96 | | | | | | | | 4 | |
| | | 61 | 97 | | | | | | | | 3 | |
| | | 62 | 90 | | | | | | 1 | | 9 | P W+(A+K) |
| | | 63 | 88 | 2 | | | | | | | 10 | P W+(A+I) |
| | | 64a | 92 | | | | | | | | 8 | P W+(A) |
| | MN3 | 64 | 52 | | | | | | | | 48 | P W-A |
| | | 65 | 59 | 6 | | | | 12 | | | 23 | P W-A+(K+I) |

Fig. 9.8. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies de la parte superior del Givetiense Medio al Frasnense Inferior de la sucesión de Compte.

| Plsos / Subp. | Zonas de conodontos | Muestras LGA/LGA I | P | I | T | Sch | O | K | Sk | A | Biofacies La Guardia d'Àres |
|---------------|------------------------------|----------------------------|-----|---|---|-----|---|----|----|----|-----------------------------|
| EIF. | <i>kock-ensensis</i> | 167 - 177 | 100 | | | | | | | | P |
| GIV. INF. | <i>hemiansatus</i> | 178 | 92 | 6 | 2 | | | | | | P+(I+T) |
| | | 179 - 195 | 100 | | | | | | | | P |
| GIV. MD. | <i>ansatus-semialternans</i> | 196-200ab, 193-190 | 100 | | | | | | | | |
| GIV. SUP. | Inf. | 200c, 189 | 98 | | | | 2 | | | | P+P W+(O) |
| | | 201, 188 | 93 | | | | 7 | | | | |
| | <i>hermanni</i> | 202ab-208, 187-181 | 100 | | | | | | | | P |
| | | 209-211 | 100 | | | | | | | | |
| | Sup. | 212 | 94 | | | | 6 | | | | P +(O) |
| | | 213ab, 214ab | 100 | | | | | | | | P |
| | <i>disparilis</i> Inf. | 214c | 62 | | | | | 38 | | | PW-K |
| | | 216ab | 70 | | | | | 30 | | | |
| | | 217 | 90 | | | | | 10 | | | PW+(K) |
| | <i>disparilis</i> Sup. | 218 | 100 | | | | | | | | P W |
| | | 219 | 43 | | | 45 | 5 | 7 | | | Sch+P W + (K+O) |
| | <i>norrissi</i> | 220/1a | 84 | | | 8 | | 4 | 4 | | P W+(Sch+K+Sk) |
| | | 221/1b | 100 | | | | | | | | P W |
| FRAS. INF. | MN1 | 221 ₁₂₂₋₁₃₀ /1c | 93 | | | | | | | 7 | PW+(A) |
| | MN2 | 221 ₁₉₅₋₂₀₀ /2 | 79 | | | | | | | 21 | PW-A |
| | | 222/3, 4 | 89 | | | | | | | 11 | PW+(A) |
| | | 223/5 | 92 | | | | | | | 8 | |
| | MN3 | 225top/6ab | 56 | | | | | | 4 | 40 | P W-A+(Sk) |
| | | 226/7 | 18 | | | | | 7 | | 75 | A+(P W+K) |
| | | 227/9a | 47 | | | | | 24 | | 29 | P W-A-K |

Fig. 9.9. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies desde el Eifeliense al Frasnense Inferior de la sucesión de La Guàrdia d'Àres.

En Villech, el intervalo estudiado comprende desde el Eifeliense inferior hasta el Frasnense basal, destacando *Polygnathus* como grupo dominante, y en algunos tramos, el único registrado. *Icriodus* es un componente importante desde la Biozona de *Costatus* (tramo 2) hasta la de *Ansatus* (tramo 23); después de un intervalo sin registro, vuelve a estar presente en el tramo 34 (Biozona de *Disparilis* Superior). En la Biozona de *Costatus* con valores entre 20-50% (tramos 2-5) es el único acompañante de *Polygnathus* lo que permite identificar la biofacies de *Polygnathus*+*Icriodus* para este intervalo. Este hecho se observa también en partes de la biozona de *ansatus* (tramos 21-23) donde los porcentajes varían entre el 27-64%. Además en otros niveles de la biozona de *ansatus* (tramo 20 y muestra V610) están acompañados por “*Ozarkodina*”. Finalmente en la biozona de *disparilis* Superior (tramo 34) forman parte de un grupo secundario más diverso con *Schmidtognathus*, “*Ozarkodina*” y *Klapperina*. Los coniformes se registran en el Eifeliense superior (biozonas de *kockelianus* y *eiflii*) y en el Givetense Inferior-Medio (biozonas de *timorensis-rhenanus/varcus* y *semialternans*). Su registro presenta dos tendencias, decreciente en el Eifeliense superior al tránsito Givetense Inferior-Medio (12-2%) y creciente en la parte final del Givetense Medio (17-38%). Este último registro representa el único grupo acompañante de los *Polygnathus* y permite reconocer puntualmente (tramo 31) la biofacies de *Polygnathus* y coniformes. *Tortodus* presentan un amplio, pero irregular, registro desde la biozona de *kockelianus* (Eifeliense superior) hasta la biozona de *hermanni* (Givetense Superior); sus valores varían desde el 2% (tramo 18; tránsito Givetense Inferior/Medio) hasta el 50% (muestra Q-1/1, Givetense Medio). En algunos tramos es el único acompañante de *Polygnathus*, que junto a su abundancia, permite asignar estos tramos a la biofacies de *Polygnathus*+*Tortodus*. “*Ozarkodina*” se

registra en numerosos tramos desde el Givetense Medio (tramo 20, Biozona de *Ansatus*) hasta el Frasnense basal (tramo 36, biozona MN1). Sus porcentajes varían entre 4 - 17% y se registran siempre con otros taxones, formando parte del grupo secundario. *Klapperina* se restringen al Givetense Superior con porcentajes decrecientes desde la Biozona de *Disparilis* Inferior (33%) hasta la de *Norrisi* (3%); en la primera es el único grupo que acompaña a *Polygnathus* y permite asignar este registro (muestra Q-1/2) a la biofacies *Polygnathus* +*Klapperina*. Además, *Mesotaxis* y *Skeletognathus* se limitan al final del Givetense y principio del Frasnense (tramos 35 y 36) con valores entre el 3-12%. Las *Ancyrodella* entran en el Frasnense basal con el 7%. El cambio en la anchura de la plataforma de los *Polygnathus* se observa a partir de la biozona de *disparilis* Inferior (tramo 33, muestra Q1/2). Ver Figs. 9.10, 9.11.

| Plsos/ Subp. | Zonas de Conodontos | Mues- tras VI-I | P | I | C | T | O | Biofacies Villech |
|--------------------|------------------------|--------------------|-----|----|----|----|---|----------------------|
| EIF. | <i>costatus</i> | 500/1 | 100 | | | | | P |
| | | 2 | 66 | 34 | | | | P-I |
| | | 3A, 3 | 75 | 25 | | | | |
| | | 4 | 80 | 20 | | | | P |
| | | V501 | 50 | 50 | | | | P-I |
| | | 5 | 60 | 40 | | | | |
| | | 6-14 | 100 | | | | | P |
| | <i>kockelianus</i> | 15 | 76 | | 12 | 12 | | P+(C+T) |
| | | 16 | 71 | | | 29 | | P-T |
| | <i>eiflius</i> | 17, 17t | 77 | 13 | 5 | 5 | | P+(I+C +T) |
| GIV. INF. - MD. | <i>tm-rh/v</i> | 18A, 18 | 94 | 2 | 2 | 2 | | |
| GIV. MD. | <i>ansatus</i> | V-1/2 | 100 | | | | | P |
| | | V502 | 90 | | | 10 | | P+(T) |
| | | 19 | 92 | | | 8 | | |
| | | 20 | 86 | 5 | | | 9 | P+(O+I) |
| | | 21 | 62 | 27 | | | | P-I |
| | | V600 | 80 | 20 | | | | P+(I) |
| | | 22 | 36 | 64 | | | | I-P |
| | | V610 | 72 | 24 | | | 4 | P-I+(O) |
| | | 23A, 23 | 67 | 33 | | | | P-I |

Fig. 9.10. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies desde el Eifeliense al comienzo del Givetense Medio de la sucesión de Villech.

| Plsos/ Subp. | Zonas de Conodontos | Mues- tras VI-I | <i>P</i> | <i>I</i> | <i>C</i> | <i>T</i> | <i>Sch</i> | <i>O</i> | <i>K</i> | <i>M</i> | <i>Sk</i> | <i>A</i> | Biofacies Villech |
|-----------------|----------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|---------------------------|
| GIV. MD. | <i>ansatus</i> | V620 | 92 | | | 3 | | 5 | | | | | P+(O+T) |
| | | 25A, 25 | 100 | | | | | | | | | | P |
| | <i>semi- alternans</i> | 26 | 81 | | | 7 | | 12 | | | | | P+(O+T) |
| | | 28 | 100 | | | | | | | | | | P |
| | | Q-1/1 | 50 | | | 50 | | | | | | | P-T |
| | | 29 | 89 | | | 11 | | | | | | | P+(T) |
| | | 30 | 49 | | 17 | 17 | | 17 | | | | | P-(C+T +O) |
| | | 31 | 62 | | 38 | | | | | | | | P-C |
| | | 32 | 76 | | | 24 | | | | | | | P-T |
| GIV. SUP. | <i>hermanni</i> | 33A, 33 | 72 | | | 17 | 11 | | | | | | P -(T +Sch) |
| | <i>disp. Inf</i> | Q-1/2 | 67 | | | | | | 33 | | | | P W-K |
| | <i>disp. Sup.</i> | 34A, 34 | 68 | 8 | | | 6 | 8 | 10 | | | | P W-(K+I +O+Sch) |
| | <i>norrisi</i> | 35A, 35 | 69 | | | | 3 | 10 | 3 | 3 | 12 | | PW-(Sk +O+M+K +Sch) |
| FRAS. INF. | MN1 | 36A, 36 | 74 | | | | | 5 | | 11 | 3 | 7 | PW+ (M+A+O +Sk) |

Fig. 9.11. Composición taxonómica a nivel genérico expresada en porcentajes de las biofacies desde el Givetense Medio al Frasnense Inferior de la sucesión de Villech.

9.3. Análisis de biofacies.

El análisis de biofacies de conodontos de las sucesiones estudiadas muestra claramente la existencia de una biofacies de *Polygnathus*, que es considerado como el grupo dominante desde el Eifeliense al Frasnense Medio. Además de la anterior, se reconocen otras biofacies que están representadas (en diferentes proporciones) por otros géneros como *Icriodus*, *Tortodus*, *Schmidtognathus*, "*Ozarkodina*", *Klapperina*, *Mesotaxis*, *Skeletognathus*, *Ancyrodella* o coniformes. Esto da lugar a las 14 biofacies que se describen más abajo y que constituyen las asociaciones de biofacies existentes en el intervalo de tiempo analizado en las seis secciones pirenaicas.

Los criterios seguidos en la identificación de las distintas biofacies se adaptan a los mencionados sucintamente por Vandelaer *et al.* (1989: 327) para el Frasnense Inferior de Bélgica. Estos autores consideran una biofacies de un sólo elemento (p. ej. *Polygnathus*) cuando éste representa al menos el 75% del total. En las biofacies de dos elementos (p. ej., *Polygnathus-Icriodus*) el primero representa entre un 50-75% y el segundo más de un 20%. Otras biofacies, que se denominan de mezcla, están representadas por porcentajes variables de distintos elementos. Además en nuestra notación incluimos los elementos acompañantes de la biofacies entre paréntesis; p. ej. una muestra constituida por el 81% de *Polygnathus*, el 12% de "*Ozarkodina*" y el 7% de *Tortodus* pertenecería a la biofacies de *Polygnathus* y se nombraría P+(O+T).

Se reconocen las siguientes biofacies: 1) Biofacies de *Polygnathus* (P), en la que *Polygnathus* representa al menos el 75%. 2) Biofacies de *Icriodus* (I), en la que *Icriodus* representa al menos el 75%. 3) Biofacies de *Polygnathus-Icriodus* (P-I), en la que *Polygnathus* representa entre un 50-75% e *Icriodus* más de un 20%. 4) Biofacies de *Icriodus-Polygnathus* (I-P), en la que

Icriodus representa entre un 50-75% y *Polygnathus* más de un 20%. 5) Biofacies de *Polygnathus-Tortodus* (P-T), en la que *Polygnathus* representa entre un 50-75% y *Tortodus* más de un 20%. 6) Biofacies de *Polygnathus-Coniformes* (P-C), en la que *Polygnathus* representa entre un 50-75% y los coniformes más de un 20%. 7) Biofacies de "*Ozarkodina*" (O), en la que "*Ozarkodina*" representa al menos el 75%. 8) Biofacies de *Schmidtognathus*, en la que *Schmidtognathus* representa al menos el 75%. 9) Biofacies de *Polygnathus-Schmidtognathus* (P-Sch), en la que *Polygnathus* representa entre un 50-75% y *Schmidtognathus* más de un 20%. 10) Biofacies de *Schmidtognathus* y *Polygnathus* (Sch+P), en la que los porcentajes de ambos taxones son aproximadamente equivalentes y superiores al 40%. En este caso el porcentaje de *Schmidtognathus* es ligeramente superior. 11) Biofacies de *Polygnathus-Klapperina* (P-K), en la que *Polygnathus* representa entre un 50-75% y *Klapperina* más de un 20%. 12) Biofacies de *Ancyrodella* (A), en la que *Ancyrodella* representa al menos el 75%. 13) Biofacies de *Polygnathus-Ancyrodella* (P-A), en la que *Polygnathus* representa entre un 50-75% y *Ancyrodella* más de un 20%. 14) Biofacies de *Polygnathus-Ancyrodella-Klapperina* (P-A-K), en la que *Polygnathus* representa valores superiores al 40 % y tanto *Ancyrodella* como *Klapperina* más de un 20%.

A continuación se presenta la evolución general de la asociación de biofacies a lo largo del intervalo de estudio.

En el Eifeliense inferior, la entrada de *P. c. costatus* en la capa 3 de la sección de VI-I define la Biozona *Costatus*. Las muestras de esta biozona están representadas por las biofacies P y P-I que se alternan a lo largo de la biozona.

El Eifeliense superior que comprende las biozonas *Kockelianus* y *Ensensis* está representado en las sucesiones de Re, LGA

y Vi-I. Se reconocen dos tipos de biofacies, P y P-T. La última solo en la parte alta de la Biozona *kockelianus* en la sección Vi-I. La P contiene el 100% de *Polygnathus* en la sección LGA. En la parte inferior de la Biozona *Kockelianus* en la sección Vi-I, la biofacies P lleva asociados coniformes y *Tortodus* en proporciones iguales (12%). En el final del Eifeliense los *Icriodus*, coniformes y *Tortodus* acompañan a *Polygnathus* en las secciones Re y LGA.

El Givetense Inferior comprende las biozonas *Hemiansatus* y *Timorensis* definidas por las entradas de *P. hemiansatus* y *P. timorensis*.

La Biozona *Hemiansatus*, se reconoce en tres secciones (Re, LGA y CP). En todas ellas se desarrolla la biofacies P, con valores de *Polygnathus* superiores al 90%, y en varios tramos representan la totalidad de la muestra. Los taxones acompañantes son *Icriodus* y coniformes en Re y CP y *Tortodus* en LGA. Los *Icriodus* son abundantes en algunos tramos de CP, desarrollando localmente la biofacies P-I. En un tramo medio de la biozona los coniformes son tan abundantes que se llega a desarrollar la biozona P-C en Re.

En la Biozona *Timorensis* domina la biofacies P. En Re los *Icriodus* son tan abundantes que se reconocen las biofacies P-I e I-P. En CP, algunos tramos corresponden a la P-I. En Villech en un tramo de asignación dudosa entre las biozonas *Timorensis* y *Rhenanus/Varcus* los taxones acompañantes de *Polygnathus* (que representa el 94%), son *Icriodus*, coniformes y *Tortodus*.

En el Givetense Medio, las entradas de los taxones índices *P. rhenanus/P. varcus*, *P. ansatus* y "*O*" *semialternans/P. latifossatus* definen respectivamente las biozonas *Rhenanus/Varcus*, *Ansatus* y *Semialternans/Latifossatus*.

En la Biozona *Rhenanus/Varcus*, que se reconoce en Re y CP, continua el desarrollo en biofacies P con acompañamiento de

Icriodus, que en el tramo inferior de CP es tan abundante que da lugar a la biofacies P-I. Además, en la parte alta de esta biozona en Re los coniformes son tan abundantes que se reconoce la biofacies P-C.

La Biozona *Ansatus* se caracteriza por las biofacies P, P-I e I-P en las secciones Re, CP y Vi-I; todas ellas tienen en algunos tramos *Tortodus*. En Re hay coniformes que en algunos tramos proliferan tanto que se llega a desarrollar la biofacies P-C. Por otro lado, en Vi-I se registran, en algunos tramos, "*Ozarkodina*" como taxón acompañante. En LGA el límite con la siguiente biozona (*Semialternans*) es impreciso, pero este intervalo se desarrolla en biofacies P.

En la Biozona *Semialternans/Latifossatus* la biofacies P se reconoce en Re, CP y Vi-I. En CP y Re acompañan los *Icriodus* que en Re dan lugar a la biofacies P-I. En Re y Vi-I los coniformes llegan a ser tan abundantes que se reconocen las biofacies C-P en Re y P-C en Vi-I. Los *Tortodus* solo se registran en Vi-I y alcanzan valores importantes en algunos tramos, dando lugar a la biofacies P-T. Las "*Ozarkodina*" son acompañantes en CP y Vi-I.

El Givetense Superior comprende las biozonas: *Hermanni* (Inferior y Superior), *Disparilis* (Inferior y Superior) y *Norrisi* que están definidas por sus correspondientes taxones índices *Sch. hermanni*, *K. disparilis* y *Sk. norrisi*.

Las biozonas *Hermanni* se reconocen en las secciones Amp, Re, CP, LGA y Vi-I; la biofacies dominante es la P; sin embargo, en Amp existen además las biofacies O y Sch y en CP la biofacies P-Sch. Como taxones acompañantes se registran "*Ozarkodina*" en CP y LGA, *Tortodus* en CP y Vi-I y *Schmidtognathus* en Vi-I. Un cambio importante en la biofacies P es la entrada de taxones de *Polygnathus* que presentan plataformas más anchas y una ornamentación más compleja. Este acontecimiento se registra en la Biozona

Hermanni Inferior en LGA y CP con la entrada de *P. limitaris*, y en la Biozona *hermanni* Superior en CP con la entrada de *P. c. cristatus*.

Las biozonas *Disparilis* se reconocen en las secciones Re, CP, LGA y Vi-I; la biofacies dominante es la P; sin embargo se reconoce también la biofacies P-K en la Biozona *disparilis* Inferior en las tres últimas secciones, que en la sección CP alcanza la parte baja de la Biozona *Disparilis* Superior. En contraste, en la sección Re la otra biofacies que se reconoce es la P-I. Además en la sección LGA se identifica la biofacies Sch+P en la parte alta de la Biozona *disparilis* Superior. Algunos tramos de Re y Vi-I tienen "Ozarkodina" como taxón acompañante; en Vi-I se registra la presencia de *Icriodus* como acompañante en el tramo 34. El cambio morfológico en la plataforma de *Polygnathus* mencionado antes, se registra en la sección Vi-I en la biozona de *disparilis* Inferior.

La Biozona *Norrisi* se reconoce en Re, CP, LGA y Vi-I y está representada mayoritariamente por la biofacies P. En las cuatro secciones se registran como géneros acompañantes *Klapperina* y *Skeletognathus*. Además, el género "Ozarkodina" es el acompañante en CP, Vi-I y Re; en esta última sección llega a ser tan abundante que se desarrolla la biofacies P-O en el tramo 58. En CP y Vi-I, los géneros acompañantes son *Mesotaxis* y *Schmidtognathus*; este último también se registra en LGA. En contraste, en Re destacan como acompañantes los coniformes e *Icriodus*.

El límite Givetiense/Frasniense no se ha podido identificar con precisión en Re. Allí el intervalo del límite se caracteriza por biofacies P y P-I, como acompañante se registra "Ozarkodina".

En el Frasniense Inferior se reconocen 4 zonas (MN1-MN4). Las zonas MN1 y MN2 se identifican en las secciones Basibé, CP, LGA y Vi-I. Las biofacies dominantes son la P y P-A. Los taxones acompañantes son *Tortodus* en Basibé, *Mesotaxis* en Basibé, CP y Vi-I, *Skeletognathus* en CP y Vi-I, *Klapperina*, *Icriodus* y *Schmidtognathus* en CP y "Ozarkodina" en Vi-I. En la sección Re el intervalo comprendido entre las zonas MN1 y MN2 se caracteriza por las biofacies P y P-O con *Klapperina* como taxón acompañante.

La Zona MN3 se identifica en las secciones CP y LGA. La biofacies P-A se desarrolla en ambas secciones con *Klapperina* como taxón acompañante. Las biofacies A y P-A-K son exclusivas de LGA. En CP el otro acompañante es *Icriodus*, mientras que en LGA es *Skeletognathus*.

Las zonas MN4-6 se registran únicamente en Amp. Allí, la MN4 se desarrolla en biofacies P y presenta como taxones acompañantes *Ancyrodella*, *Klapperina* e *Icriodus*. El intervalo indeterminado entre la MN4 y MN6 está caracterizado por biofacies P y P-A y como acompañantes *Ancyrodella*, *Icriodus*, *Klapperina* y *Mesotaxis*. En la MN6 se desarrollan biofacies P y A con *Icriodus* y *Mesotaxis* como acompañantes.

9.4. Discusión de los resultados.

La biofacies dominante en el intervalo y secciones estudiadas es la de *Polygnathus*, pero la diversidad de faunas de conodontos permite reconocer hasta 14 biofacies principales, algunas de las cuales son exclusivas o dominan en algunos intervalos estratigráficos y/o diferentes secciones.

Dentro de la biofacies de *Polygnathus* destaca el marcado cambio observado en la plataforma de los elementos Pa de este género en el Givetense Superior y que está representado por la entrada de *P. limitaris* en las secciones de LGA y CP y por la de *P. c. cristatus* en Re y Vi-I. Durante parte del Givetense Superior ambos tipos de plataforma (estrechas y anchas) coexisten, pero en el final de la Biozona *Disparilis* Superior ya no se registran elementos Pa con plataformas estrechas en ninguna de las secciones estudiadas.

Desde el Eifeliense al Givetense Medio la biofacies dominante es la P en todas las secciones. La riqueza en algunos tramos del género *Icriodus* favorece el desarrollo de biofacies mixtas P-I e I-P. En las secciones Re y Vi-I los coniformes llegan a ser tan abundantes que se desarrollan las biofacies mixtas C-P (sólo en Re) y P-C (en ambas secciones). Destaca la riqueza de *Tortodus* en algunos tramos del Eifeliense y Givetense Medio en Vi-I que da lugar al desarrollo de biofacies P-T.

La radiación evolutiva experimentada en el Givetense Superior provocó un aumento de la diversidad y de la abundancia relativa de muchos géneros. Este hecho se ve reflejado en el desarrollo de 8 biofacies. Además de la biofacies P en todas las secciones, destacan las radiaciones de los géneros *Schmidtognathus* y *Klapperina*. La primera dio lugar a la biofacies Sch en Amp, y a las biofacies mixtas P-Sch en CP y Sch+P en LGA. La segunda originó la biofacies P-K en CP y LGA. Asimismo se desarrollaron las biofacies P-I y P-O en Re y la biofacies O en Amp.

En el Frasnense la entrada y posterior radiación del género *Ancyrodella* en las secciones de Amp, Basibé, CP, LGA y Vi-I hace que las biofacies P sean reemplazadas en algunos tramos por las biofacies A y por las biofacies mixtas P-A y P-A-K. En contraste, en la sección Re no se registran representantes del género *Ancyrodella*; allí la abundancia de "*Ozarkodina*" da lugar a la biofacies mixta P-O.

La distribución de las distintas biofacies de conodontos apoya la subdivisión de la Facies Sur en cuatro Subfacies explicada en los capítulos 2-4 y 8. En la sección de Re, que pertenece a la Subfacies Renanué, son abundantes los *Icriodus* y los coniformes. Esto da lugar a que en esta sección sean frecuentes las biofacies mixtas P-I, I-P, P-C y C-P. En la Subfacies Compte, la biofacies mixta P-I solo se registra en algunos tramos del Givetense Inferior y Medio de las secciones CP y Vi-I. Asimismo, la biofacies I-P sólo se registra en los tramos 16 y 17 (Biozona *Ansatus*, Givetense Medio) de la sección CP. En esta misma Subfacies Compte, en la sección Vi-I se desarrolló la biofacies P-C en el tramo 31 de la Biozona *Semialternans* (Givetense Medio). Esta sección es la única en la que se registra la biofacies P-T en varios tramos del Eifeliense y Givetense. Otro hecho destacado es que las biofacies que implican *Schmidtognathus* y *Ancyrodella* como componentes importantes (biofacies Sch, P-Sch, Sch+P, A, P-A, P-A-K) se desarrollaron solo en las Subfacies Sierra Negra y Compte. En estratos equivalentes de la Subfacies Renanué dominan la biofacies P que en algunos tramos es sustituida por las biofacies P-I y P-O.

ANÁLISIS DE FACIES. INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL

10. Sucesiones estratigráficas, facies e interpretación paleoambiental del Área de Facies del Sur.

10.1. Introducción.

Los objetivos principales de este capítulo son: 1) la descripción general de las sucesiones estratigráficas de las secciones estudiadas en los capítulos anteriores; 2) la descripción y caracterización de las macro y microfacies de las mismas; 3) el análisis de microfacies y su interpretación paleoambiental y finalmente, 4) la propuesta de una interpretación del modelo de sedimentación carbonatada en el Devónico Medio-Superior del área de estudio.

Como ya se mencionó en el capítulo 2, el área trabajada está limitada al oeste, por el valle de Benasque y al este, por el del Segre; éste comprende además los valles del Isábena, Noguera Ribargozana, Noguera Pallaresa y Aguilar. (Fig. 10.1).

Geológicamente, esta área se sitúa dentro del “Área de Facies del Sur” de Mey

(1967), en la zona axial del PCE y comprende tres de las cuatro “Subfacies” clásicas: Sierra Negra, Renanué y Compte (Mey 1967, Hartevelt 1970, Valenzuela-Ríos & Liao 2006; Liao & Valenzuela-Ríos 2012). Ver Fig. 2.3.

Se estudiaron siete sucesiones devónicas: Ampriú y Ampriú II (Subfacies de Sierra Negra), Renanué (Subfacies de Renanué) y Compte, La Guàrdia d’Ares, La Guàrdia d’Ares-I y Villech (Subfacies de Compte). Los afloramientos de Renanué y Compte se encuentran próximos a la carretera N-260, mientras que el acceso a los otros afloramientos (Amp., LGA y Vi) se realiza por carreteras secundarias de montañas. Las descripciones detalladas de cada uno de ellos se indican anteriormente en los apartados correspondientes del capítulo 4.

El intervalo temporal de estos afloramientos comprende desde el Eifeliense (Devónico Medio) hasta el Frasnense Medio (Devónico Superior).

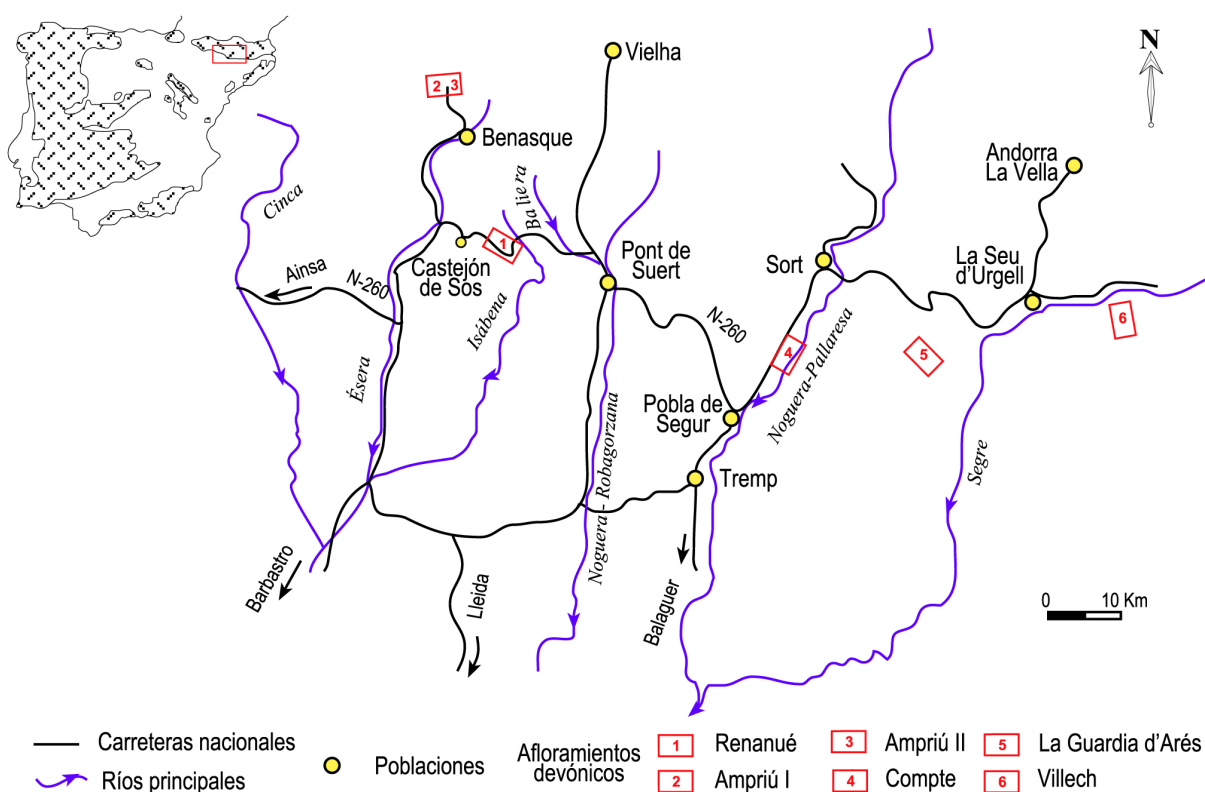


Fig. 10.1. Situación geográfica de las secciones estudiadas en el Área de Facies del Sur del Pirineo Central Español.

10.2. Descripción general de las secciones estudiadas.

La descripción litoestratigráfica detallada de estas secciones ya se realizó en el capítulo 4. En este apartado se pretende mostrar los aspectos litoestratigráficos más característicos de las secciones estudiadas como base para referir los estudios de macro y microfacies (ver Fig. 10.2).

10.2.1 Subfacies de Sierra Negra.

La sección de Ampriú, se compone de unas calizas grises oscuras, masivas o tabulares intercaladas con algunos niveles de calizas o pizarras margosas en la parte superior. Su espesor es aproximadamente de 3 metros y está interrumpida por un cabalgamiento en su parte superior. La sección está dividida en 14 tramos, de los que se han tomado 9 muestras para el estudio de microfacies.

La sección de Ampriú II, dista de la anterior unos 100 m al norte. Se trata de un intervalo parcialmente cubierto de un banco de caliza gris oscura intercalada con una capa lenticular de pizarra calcárea en su parte intermedia. Su potencia aproximada es de 120 cm. Se reconocen 4 tramos y se han recogido 2 muestras para el estudio de microfacies. El registro de conodontos en la sección de Ampriú indica una edad de Givetense Superior para los materiales superiores (11-14) que cabalgan sobre materiales del Frasnense Medio. (Liao & Valenzuela-Ríos (2012). La segunda sección no se pudo datar mediante conodontos, pero según la caracterización de sus microfacies y litofacies la podemos asimilar con la parte del Givetense Superior de la sección de Ampriú (ver más abajo). La descripción litoestratigráfica más detallada de ambas secciones y los listados de las muestras tomadas, se indican en las Figs. 4.7 - 4.9 y 4.15 - 4.17.

10.2.2. Subfacies de Renanué.

La sucesión de Renanué se caracteriza predominantemente por calizas masivas, tabulares y nodulares intercaladas con

niveles margosos. La base de la sección se inicia con un nivel de pizarras negras. Su potencia es aproximadamente de 50 metros, el espesor de sus tramos es variable y está limitada por fallas normales. La sección está dividida en 78 tramos y se han tomado 74 muestras para el estudio de microfacies. Hay una diversidad fosilífera alta y abundancia. El registro de conodontos y restos de peces nos da una edad desde el Eifeliense superior al Frasnense Inferior. Para más aspectos, ver Liao *et al.* (2001, 2007, 2008) y Ginter *et al.* (2008). La descripción litoestratigráfica más detalla y el listado de muestras tomadas de esta sección se indican en las Figs. 4.27, 4.28, 4.41 y 4.42.

10.2.3. Subfacies de Compte.

La sucesión de Compte consiste en calizas grises tabulares con alternancia de niveles nodulares, cuya potencia aproximada es de unos 35 a 40 m. En general, la sucesión se divide en 5 afloramientos parciales de espesores variables (2,5 a 11,15 m) y se han reconocido 82 tramos, en los que se han tomado 51 muestras para el estudio de microfacies. El contenido fosilífero es diverso y menos abundante que en la sección anterior. El registro de conodontos nos revela una edad, cuyo intervalo abarca desde el Givetense Inferior hasta el Frasnense Inferior. Ver Liao & Valenzuela-Ríos (2008). La descripción litoestratigráfica más detalla y el listado de muestras tomadas de esta sucesión se indican en las Figs. 4.43 - 4.45 y 4.61 - 4.63.

La sucesión de La Guàrdia d'Ares está compuesta por bancos de calizas masivas asociados a calizas nodulares y tabulares, de espesores variables, de buzamiento subvertical y cuya parte inferior de la sucesión está interrumpida por una falla normal; a continuación siguen bancos calizos más potentes dentro de la estructura de un pliegue anticlinal. Su potencia aproximada es de 40 m. Debido a la tectónica complicada, el intervalo estudiado de la

sucesión comprende 3 afloramientos: La sección LGA los tramos 167-227 (excepto los tramos 193-181), la sección adicional LGA-I (tramos 1-9) y LGA Pliegue Flanco Este (tramos 193-181). La sucesión está dividida en 68 tramos, de los que se han tomado 20 muestras para el estudio de microfacies. El registro de conodontos nos indica un intervalo de edad desde el Eifeliense superior al Frasnense inferior. Ver Liao & Valenzuela-Ríos (2013). La descripción litoestratigráfica y el listado de muestras tomadas de esta sucesión se indican en las Figs. 4.64 - 4.66, 4.81 - 4.84.

La sucesión de Villech está incluida dentro de la Subfacies de Compte. Se considera aquí por representar una sección de comparación en el estudio de

microfacies con las secciones mencionadas anterior-mente. Se trata de una sucesión formada en su base por niveles de calizas pizarrosas rojas a verdosas que gradualmente cambian a bancos nodulares de pequeño a medio espesor y que continúan en su parte superior con bancos de calizas grises y masivos con desarrollos de niveles de hardground. Su espesor calculado es aproximadamente de 54 m y está dividida en 36 tramos, de los cuales se han tomado 22 muestras para el estudio de microfacies. El registro de conodontos indica una edad desde la parte superior del Eifeliense inferior hasta el comienzo del Frasnense inferior. Para más información, ver Gouwy et al. (2013: 315, 316, figs. 1 y 3).

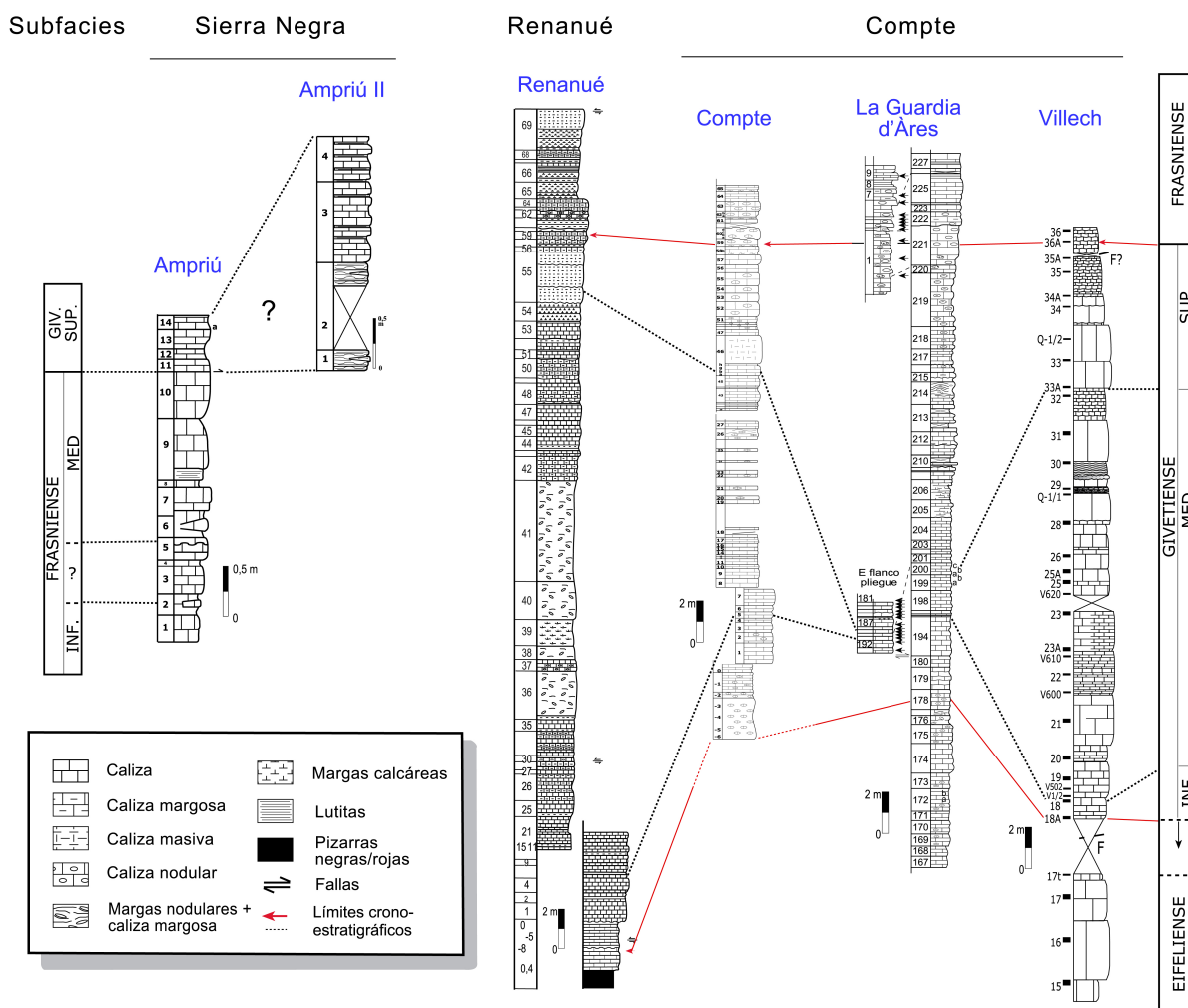


Fig. 10.2. Aspectos litoestratigráficos de las secciones estudiadas. La escala cronoestratigráfica de la izquierda se presenta invertida para mantener los aspectos estratigráficos de campo. Debido al cabalgamiento descrito en el capítulo 4.2, el Givetense se sitúa por encima del Frasnense en la sección Ampriú.

10.3. Resultado del análisis de facies.

Diversos tipos de facies fueron identificados y caracterizados en las secciones estudiadas: Ampriú (Amp), Ampriú II (Amp II), Renanué (Re), Compte (CP), La Guardia d'Àres (LGA/LGA-I) y Villech (Vi-I). Todas estas secciones contienen por una parte, rocas siliciclásticas (pizarras y areniscas) y por otra, carbonáticas. Nuestro estudio está centrado en las facies calcáreas que muestran microfacies características. Se distinguen un total de 4 facies y 7 subfacies que han sido identificadas con letras consecutivas (A-G) y sus correspondientes sufijos. Estas facies reconocidas se resumen en las Figs. 10.3a, b y pretenden aproximarse a las microfacies estándares de Wilson (SMF).

Por tanto, el análisis de las microfacies y su distribución en las zonas faciales (FZ), permiten la interpretación posible de la evolución de la cuenca pirenaica (al menos, en el Área de Facies del Sur) durante el Devónico Medio- Superior.

Facies A: Wackestone bioclástico.

Localización: Amp 11 ~ Amp 14.

Observaciones generales: calizas tabulares con intercalaciones de pizarras margosas de espesores variables entre 10 y 30 cm. La base está interrumpida por un cabalgamiento. Se identificaron dacrioconáridos, braquiópodos y ostrácodos.

Descripción de microfacies: Wackestone bioclástico bioturbado. El contenido fosilífero constituye el 20-30% y se compone de espículas de esponjas, fragmentos diminutos de braquiópodos, ostrácodos, trilobites (de tamaño inferior a 1 mm) y en ocasiones, crinoideos, de tamaño un poco mayor (Fig. 10.4a, muestra Amp 11). El porcentaje de los granos de cuarzo representa el 30 %, su tamaño es inferior a 0,01 mm, la forma es subangulosa y su cantidad disminuye a

techo. Actividad intensa de bioturbación. Baja diversidad y abundancia. Selección media y distribución general de tipo unimodal. La orientación parece indicar una laminación oblicua. El grado de fragmentación y desarticulación de los componentes es medio. Se observan microestilolitos a techo (Fig. 10.4b, muestra Amp 13).

Ambiente sedimentario: Los materiales calcáreos de los tramos 11-14a contienen escasos componentes bioclásticos, con mezclas de faunas pelágicas y bentónicas, de tamaños diminutos (aunque exista algún fragmento mayor), que están dispersos dentro de una matriz micrítica muy densa. La actividad intensa de bioturbación contribuiría a la disminución del tamaño de los granos esqueléticos. Este depósito de cierta laminación oblicua es típico de un "debris shells"; además, la presencia de microestilolitos irregulares, indica el inicio de un proceso de compactación por presión-disolución. La distribución y ordenación de los componentes, nos indica que el medio de sedimentación es tranquilo. Por tanto, este tipo de depósito, podría corresponder a la microfacies de tipo SMF1B, que correspondería en una facies típica de plataforma profunda (FZ2).

Facies B: Wackestone/packstone microbioclástico-peloidal.

Localización: Amp 1 ~ Amp 9; Amp-II 3base, Amp-II 3top; Re 30 ~ Re 41; Re 64 ~ Re 69

Observaciones generales: calizas masivas, tabulares y calizas margosas/nodulares de espesores variables de 20 a 200 cm, con cambios laterales de facies. Los fósiles identificados son braquiópodos, crinoideos, trilobites, dientes y escamas de peces, ostrácodos, dacrioconáridos, foraminíferos aglutinados y corales solitarios.

Descripción de microfacies: son calizas de tipo packstone-wackestone bioclásticos, de matriz micrítica en general. El porcentaje

| Facies/ subfacies | Espesor | Descripción/estructuras | Componentes | Observaciones | Ambientes sedimentarios |
|--|--------------|---|---|---|---|
| A: wackestone bioclástico SMF1 Bioturbado | 10-30 cm | Bioturbación Laminación oblicua | Bioclastos (20-30%): esponjas, braquiópodos, ostrácodos, trilobites. Siliciclásticos (30%) | Microestilolitos. Presión-disolución | Plataforma profunda FZ2 |
| B: wackestone/packstone. Calcisiltita microbioclástico SMF2 | 20-200 cm | Bioturbación. Laminación oblicua. Gradación. Alternancia. | Bioclastos (20-40%): crinoideos, braquiópodos, ostrácodos, trilobites. Micropeloideos (20-40%). Siliciclásticos (30-50%) | Estilolitización Micritización | Plataforma profunda FZ2/ pie de talud FZ3 |
| C ₁ : wackestone/packstone de dacrioconáridos SMF3 Dac | 5-20 cm | Laminación oblicua Superficie estratificada | Bioclastos (40-60%): dacrioconáridos (Dac), ostrácodos, trilobites, crinoideos, bivalvos. Micropeloideos (20-40%). Siliciclásticos (30-50%) | Orientación de paleocorrientes | Plataforma circulación abierta FZ3/ intrabasinal swell FZ1 |
| C ₂ : wackestone/packstone bioclástico (bentónicos) SMF3 Tr+Cr+Os | 5-20 cm | Laminación paralela y ondulada | Bioclastos (20-60%): ostrácodos (Os), trilobites (Tr), crinoideos (Cr), braquiópodos, gasterópodos y corales. Micropeloideos (<30%). Siliciclásticos (<10%) | Microestilolitos. Geopetales Disolución | Plataforma circulación abierta FZ3 |
| C ₃ : wackestone/mudstone bioclástico SMF3 Bv+Cr+Os±Cor | 10-50 cm | Bioturbación. Laminación paralela | Bioclastos (20-30%): bivalvos (Bv), crinoideos, ostrácodos, corales (Cor), braquiópodos, trilobites, y dacrioconáridos. Micropeloideos (<20%) | Microestilolitos. Presión-disolución | Plataforma circulación abierta FZ3, encima SWB |
| D: wackestone/packstone bioclásticos alóctonos. Brechas. SMF5 | 10-60 cm | Empaquetado denso. Distribución caótica. Fragmentación alta | Bioclastos: crinoideos, braquiópodos, ostrácodos, bivalvos, corales y trilobites. | Geopetales | Parte media del talud FZ4 |
| E: grainstone/rudstone oncoidal. SMF13 | 40 cm | Empaquetado denso. Meso-oncoides. | Núcleos: braquiópodos, bivalvos, gasterópodos y crinoideos. | Precipitación ciano- bacterial. Rolling | Plataforma marginal FZ6 |
| F ₁ : packstone/grainstone bioclástico SMF12 Cr-Gast | 30-60 cm | Laminación oblicua Distribución caótica y gradacional | Bioclastos: crinoideos, gasterópodos (Gast), braquiópodos, bivalvos, trilobites, ostrácodos, corales y dacrioconáridos. Peloides y microlitoclastos. | Geopetales | Márgenes de plataforma FZ5/ comienzo del talud FZ4 |
| F ₂ : packstone/grainstone de crinoideos- SMF12 Cr | 40-50 cm | Laminación oblicua. Empaquetado denso. | Bioclastos: crinoideos; braquiópodos, trilobites y ostrácodos. Peloides y microlitoclastos. | Porosidad intraclástica | Márgenes de plataforma FZ5 |
| G ₁ : wackestone microbioclástico SMF1 bioturbado | 10-50 cm | Laminación oblicua. Bioturbación. | Bioclastos (20-30%): esponjas, bivalvos, ostrácodos, trilobites. | Microestilolitos. Porosidad birdseyes. | Cuenca FZ1/ Plataforma profunda FZ2 |
| G ₂ : packstone/wackestone bio- litoloclastos. Microbrechas calcareas. SMF4 Dac | 10-35 cm | Laminación oblicua y paralela. Estilomodular y estilobrecha | Bioclastos: dacrioconáridos y otros pelágicos. | Procesos variables de presión-disolución. | Talud con circulación de organismos pelágicos. |

Fig. 10.3a. Esquema sintetizado de las facies y subfacies reconocidas y su interpretación paleoambiental.

| Facies/ subfacies | Localización de las muestras figuradas | Intervalos estratigráficos |
|---|--|--|
| A: wackestone bioclástico. SMF1 Bioturbado | Fig. 10.4a (Amp 11); Fig. 10.4b (Amp 13) | Givetense Superior |
| B: wackestone/packstone. Calcisiltita microbioclástico SMF2 | Fig. 10.5f (Re 39) Fig. 10.4g (Amp-II 3base); Fig. 10.4h (Amp-II 3top); Fig. 10.4c (Amp 1); Fig. 10.4d (Amp 6); Fig. 10.4e (Amp 7); Fig. 10.4f (Amp 9) | Givetense Medio Givetense Superior ? Frasniense Inferior y Medio |
| C ₁ : wackestone/packstone de dacroconáridos SMF3 Dac | Fig. 10.8c (Vi-I/14); Fig. 10.5b (Re 4); Fig. 10.7a (CP/-1) Fig. 10.8d (Vi-I/18) Fig. 10.8e (Vi-I/19); Fig. 10.8f (Vi-I/22) | Eifeliense Inferior Givetense Inferior Givetense Inferior - Medio Givetense Medio |
| C ₂ : wackestone/packstone bioclástico (bentónicos) SMF3 Tr+Cr+Os | Fig. 10.5a (Re 1) Fig. 10.5c (Re 9) ; Fig. 10.5d (Re 21) Fig. 10.6b (Re 55+360'00) | Givetense Inferior Givetense Medio Givetense Superior |
| C ₃ : wackestone/mudstone bioclástico SMF3 Bv+Cr+Os±Cor | Fig. 10.6c (Re 57); Fig. 10.6d (Re 62) | Givetense Superior - Frasniense Inferior |
| D: wackestone/packstone bioclásticos alóctonos. Brechas. SMF5 | Fig. 10.5e (Re 22) | Givetense Medio |
| E: grainstone/rudstone oncoidal. SMF13 | Fig. 10.5g (Re 44) | Givetense Medio |
| F ₁ : packstone/grainstone bioclástico SMF12 Cr-Gast | Fig. 10.5h (Re 48) | Givetense Medio |
| F ₂ : packstone/grainstone de crinoideos. SMF12 Cr | Fig. 10.6a (Re 53) | Givetense Medio |
| G ₁ : wackestone microbioclástico SMF1 bioturbado | Fig. 10.8b (Vi-I/5) Fig. 10.7b (CP/7); Fig. 10.7e (CP/45b); Fig. 10.8g (Vi-I/23); Fig. 10.8h (Vi-I/29) Fig. 10.7g (LGA 182); Fig. 10.7h (LGA 218) Fig. 10.7f (CP/62); Fig. 10.8a (LGA-I/7) | Eifeliense Inferior Givetense Medio Givetense Superior Frasniense Inferior |
| G ₂ : packstone/wackestone bio-litoclastos. Microbrechas calcáreas. SMF4 Dac | Fig. 10.7c (CP/19); Fig. 10.7d (CP/23) | Givetense Medio |

Fig. 10.3b. Relación de las facies/subfacies con las muestras estudiadas y sus intervalos estratigráficos correspondientes.

del componente bioclástico es del 20-40% y está constituido por crinoideos, braquiópodos, ostrácodos y algunos trilobites. (Fig. 10.4c, muestra Amp 1); la forma varía de subredondeada o subangular y el tamaño es inferior a 0,05 mm. El porcentaje de micropeloides es del 20-40%, la forma puede ser subredondeada o subangulosa y el tamaño es inferior a 0.01 mm (Fig. 10.4d, muestra Amp 6; Fig. 10.4e, muestra Amp 7). El porcentaje en granos de cuarzo es elevado, entre el 30-50% y abundan en las muestras de Amp-II 3base, Amp-II 3top, Re 36 ~ Re 41. Se observa actividad de bioturbación en las muestras Re 30 ~ Re41 (Fig. 10.5f, muestra 39). La diversidad es baja y la abundancia es media. La selección de granos es moderada a buena. La distribución de los componentes en general es unimodal y bimodal en los tramos inferiores como Amp 1 ~ Amp 4. La orientación es laminada oblicua. Nivel de fragmentación y desarticulación alto. La fábrica en general presenta un empaquetado denso de tres tipos: a) alternante, de capas más oscuras formadas por micropeloides micríticos con capas más claras que contienen granos de cuarzo (Fig. 10.4g, muestra Amp-II 3base; Fig. 10.4h, Amp-II 3top), b) distribución gradada formada predominantemente por micropeloides (Fig. 10.4d, muestra Amp 6; Fig. 10.4e, muestra Amp 7) y c) distribución ligeramente desordenada compuesta por fragmentos diminutos de bioclastos, que a su vez, muestra un proceso de estilolitización incipiente y micritización en la estructura interna de los bioclastos (Fig. 10.4f, muestra Amp 9).

Ambiente sedimentario: Los tramos Amp 1 ~ Amp 9, Amp-II 3base, Amp-II 3top, Re 30 ~ Re 41 y Re 64 ~ Re 69 registran pequeñas variaciones en la abundancia, diversidad y tamaño de los componentes bioclásticos; además, la actividad de bioturbación favorece la fragmentación de los granos. Las formas variadas y la distribución ordenada de los granos, indican un ligero aumento de energía y un

continuo movimiento en el medio. Este ritmo sedimentario contribuirá al desarrollo de un empaquetado denso, con alternancia de matriz micrítica y esparítica y preservando así una orientación principal laminar oblicua. Estos sedimentos podrían corresponder a la microfacies tipo SMF2, que representaría unos depósitos de cañones de aguas profundas. Por tanto, se trataría de calcisiltita microbioclástica peloidal, que la situaría en las proximidades del pie de talud (FZ3) o en la plataforma profunda (FZ2).

Facies C1: Wackestone/packstone de dacrioconáridos.

Localización: Re 3 ~ Re 6, CP/-3 ~ CP/5, LGA 181 ~ LGA 187, Vi-I/5 ~ Vi-I/22.

Observaciones generales: calizas masivas con estructuras onduladas, de espesores entre los 5 y 20 cm. Abundan dacrioconáridos, dientes y escamas de peces y algunos ostrácodos.

Descripción de microfacies: Se trata de wackestone/packstone formados principalmente por dacrioconáridos y ostrácodos (40-60%), en menor proporción, trilobites, bivalvos de conchas finas y crinoideos, que se hallan densamente empaquetados, se encuentran en las muestras Re 3 - Re 6 (Fig. 10.5b, muestra Re 4). Los dacrioconáridos (nowakiíidos) tienen una morfología cónica y la microestructura de sus conchas es calcítica homogénea (Fig. 10.8c, muestra Vi-I/14; Fig. 10.8f, muestra Vi-I/22). El tamaño de los granos esqueléticos varía entre 1 y 7 mm. La diversidad y abundancia es baja a media. La selección es moderada. La distribución de los componentes es unimodal. El grado de desarticulación y el nivel de fragmentación de los componentes es bajo a medio.

Ambiente sedimentario: Según (Hladil et al., 1996), la presencia de dacrioconáridos, puede reflejar modelos de paleocorrientes de aguas profundas. Los criterios usados por estos autores son las distribuciones de frecuencia en superficies estratificadas

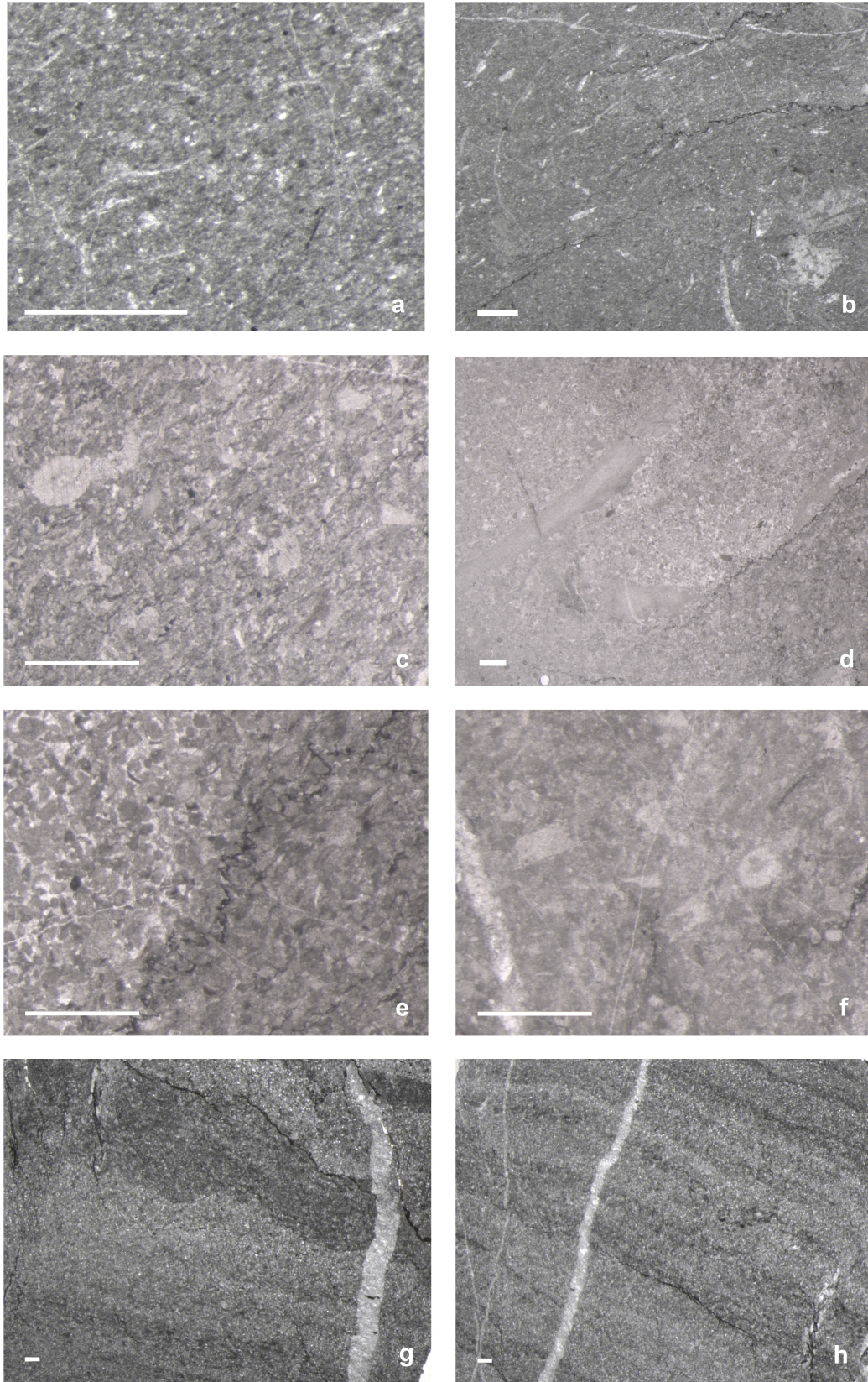


Fig. 10.4. Microfacies de las Subfacies Sierra Negra. (a, b): Facies A, wackestone bioclástico; A, Amp 11 y B, Amp 13. (c-h): Facies B, wackestone/packstone microbioclástico-peloidal; c, Amp 1; d, Amp 6; e, Amp 7; f, Amp 9; g, Amp II 3base; h, Amp II 3top. Escala barra: 1 mm.

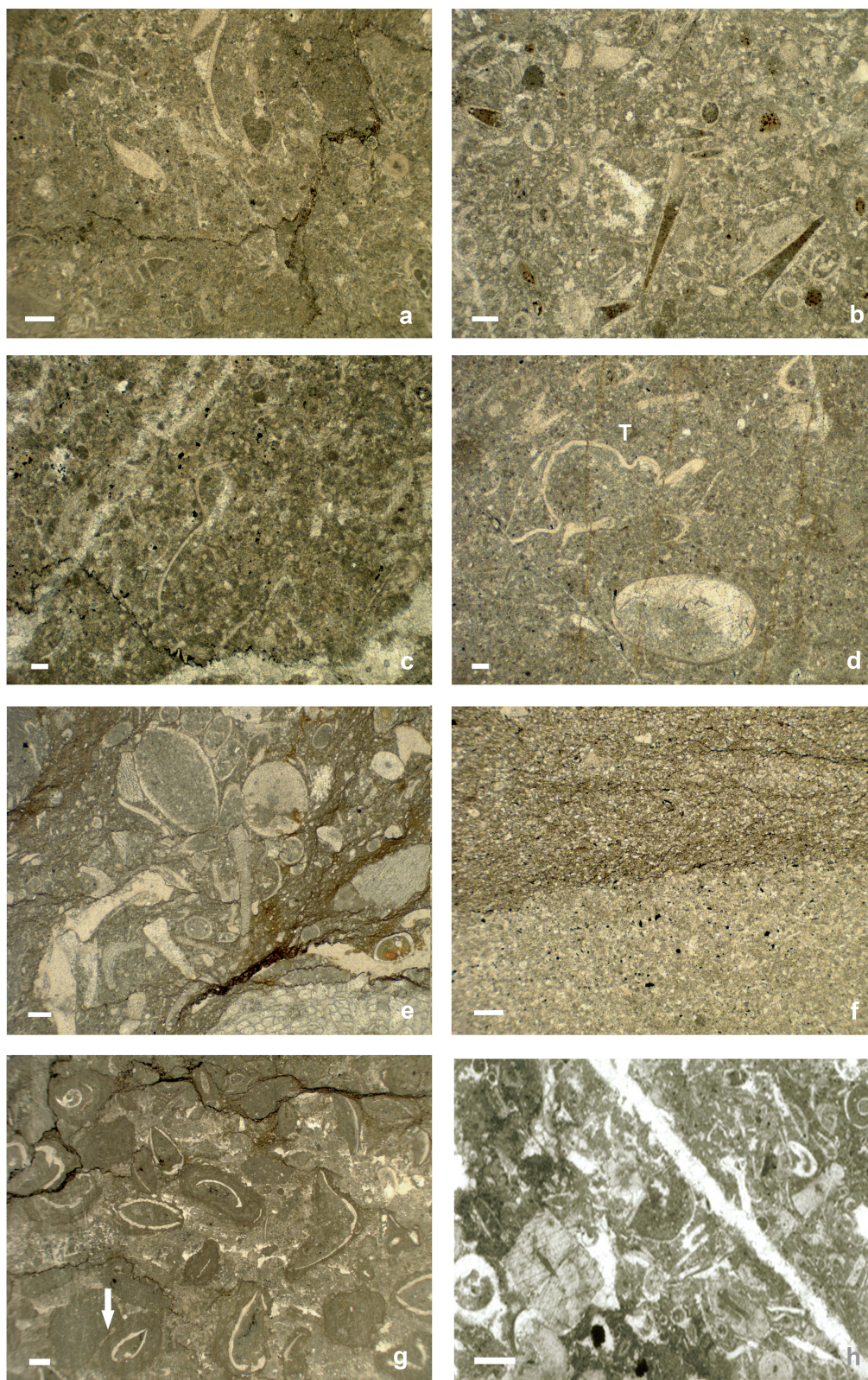


Fig. 10.5. Microfacies de la Subfacies Renanué. (a, c, d): Facies C2, Wackestone/packstone de bioclastos; a, Re 1; c, Re 9 y d, Re21. (b): Facies C1, wackestone/packstone de dactrioconáridos, Re 4. (e): Facies D, packstone/grainstone de bioclastos alóctonos, Re 22. (f): Facies B, wackestone/packstone microbioclastico-peloidal, Re 39. (g): Facies E, grainstone/rudstone oncoidal, Re 44. la flecha indica línea de sutura por compactación y disolución. (h): Facies F1, packstone/grainstone de crinoideos-gasterópodos, Re 48. Escala barra: 1 mm.

(gradadas o no), imbricaciones y abundancia de componentes de calcisiltitas en las partes inferiores de los depósitos turbidíticos. Además, las formas cónicas de tamaño menor pueden rodarse corrientes abajo, mientras que las de mayor tamaño, quedan orientadas con los ápices apuntado hacia la dirección de las corrientes. Por otro lado, estos organismos planctónicos son muy abundantes y típicos en las calizas devónicas (cephalopod limestone) que son considerados aquí como calizas pelágicas, atribuidas a la microfacies de tipo SMF3 Dac y pueden encontrarse en plataformas marinas profundas de circulación abierta (FZ3) o en pequeños altos topográficos de la cuenca "intrabasinal swell" (FZ1).

Facies C2: Wackestone/packstone de bioclastos.

Localización: Re 1, Re 2, Re 7 ~ Re 21, Re 49 ~ Re 52, Re 54 ~ Re 55+_{360'00}

Observaciones generales: calizas masivas con estructuras onduladas que pasan gradualmente a calizas margosas. El espesor varía de 5 a 20 cm. Hay registros abundantes de osículos de equinodermos, braquiópodos, dientes y escamas de peces, algunos ostrácodos, foraminíferos, dacroconáridos y bivalvos.

Descripción de microfacies: Se trata de wackestone/packstone bentónicas (Fig. 10.5a, muestra Re 1). La matriz en general es micrítica. Los componentes esqueléticos (20-60%) identificados son fragmentos de braquiópodos, ostrácodos, crinoideos, trilobites y en menor proporción de gasterópodos y corales solitarios. El porcentaje de granos de cuarzo es del 10% y el de peloides llega a alcanzar hasta 30% en el tramo 50. En algunas de las muestras, se observa actividad intensa de bioturbación. El tamaño de los granos esqueléticos varía entre 1 y 7 mm. La diversidad y abundancia es baja a media. La selección en general varía de baja a moderada. La distribución de los componentes puede ser unimodal a bimodal. El grado de desarticulación y el

nivel de fragmentación de los componentes son altos. Rellenos geopetales en conchas indican cierta polaridad. El tamaño de los granos aumenta considerablemente en el tramo 9 (Fig. 10.5c, muestra Re 9). En cuanto a los procesos se observan disolución y posteriormente, cementación en las valvas de los bivalvos y braquiópodos. Presencia de microestilolitos de pequeña amplitud, lo que nos indica posiblemente cierta compactación de los sedimentos (Fig. 10.6b, muestra Re 55+_{360'00}).

Ambiente sedimentario: A lo largo de la secuencia se produce variación del tamaño de los granos esqueléticos, donde al principio, son de menor talla y que a partir del tramo 9, aumentan de tamaño; esta activación de una nueva secuencia indica un cambio del régimen hidrodinámico, con un aumento de energía en el medio. La presencia de organismos estenohalinos (braquiópodos, corales y crinoideos) nos indica una buena oxigenación en el medio y una salinidad marina normal; además, al tratarse de organismos bentónicos fijos, necesitan un sustrato de fijación más sólida. En cuanto a la distribución de los componentes, inicialmente se produce una sedimentación tranquila, pero continua; sin embargo, a partir del tramo 22 la distribución es más caótica, lo que puede indicar una sedimentación rápida; además, el nivel de fragmentación y grado de desarticulación medio reflejan un medio agitado. Por tanto, el análisis de sus microfacies indicaría el tipo SMF3 Tr+Cr+Os, que las situaría en unos depósitos típicos de una plataforma profunda de circulación abierta (FZ3).

Facies C3: Wackestone/packstone de bioclastos.

Localización: Re 56 ~ Re 62

Observaciones generales: calizas margosas con alternancia de margas calcáreas y de espesores aproximados entre los 10 y 50 cm. Abundan crinoideos, foraminíferos y en menor proporción,

dacrioconáridos, braquiópodos, dientes y escamas de peces, corales solitarios y coloniales.

Descripción de microfacies: Se trata de wackestone-mudstone con fragmentos de bivalvos, crinoideos, ostrácodos, corales solitarios o coloniales y algunos braquiópodos, trilobites y dacrioconáridos. Ellos representan un porcentaje de 20-30 %. La matriz es micrítica. Bioturbación intensa y presencia de peloides (20%). En general, el tamaño de bioclastos varía entre 1 y 10 mm. La abundancia y la diversidad son de media a baja. Selección moderada y distribución de los granos esqueléticos bimodal (Fig. 10.6c, muestra Re 57). El nivel de fragmentación y grado de desarticulación es elevado. El empaquetado en general es denso. Los granos esqueléticos se distribuyen bajo una orientación paralela. Frecuentes procesos

de microestilolitización (Fig. 10.6d, muestra Re 62).

Ambiente sedimentario: La presencia de organismos estenohalinos (corales, crinoideos) en los tramos 56-62 indican una salinidad marina normal y buena oxigenación en el medio. El tamaño de granos de los tramos superiores es menor, lo que indica que el grado de fragmentación es debido parcialmente a la bioturbación. Un elevado nivel de fragmentación y grado de desarticulación y una distribución caótica de los granos esqueléticos, además de la posición de máxima estabilidad de las valvas cóncavas/convexas (Fig. 10.6c, muestra Re 57) indica un pequeño período de tormentas. El resultado es una rápida sedimentación. Además, el tamaño diferente de los granos a lo largo de la vertical de la misma muestra, nos indica al menos que el ritmo de tormenta es

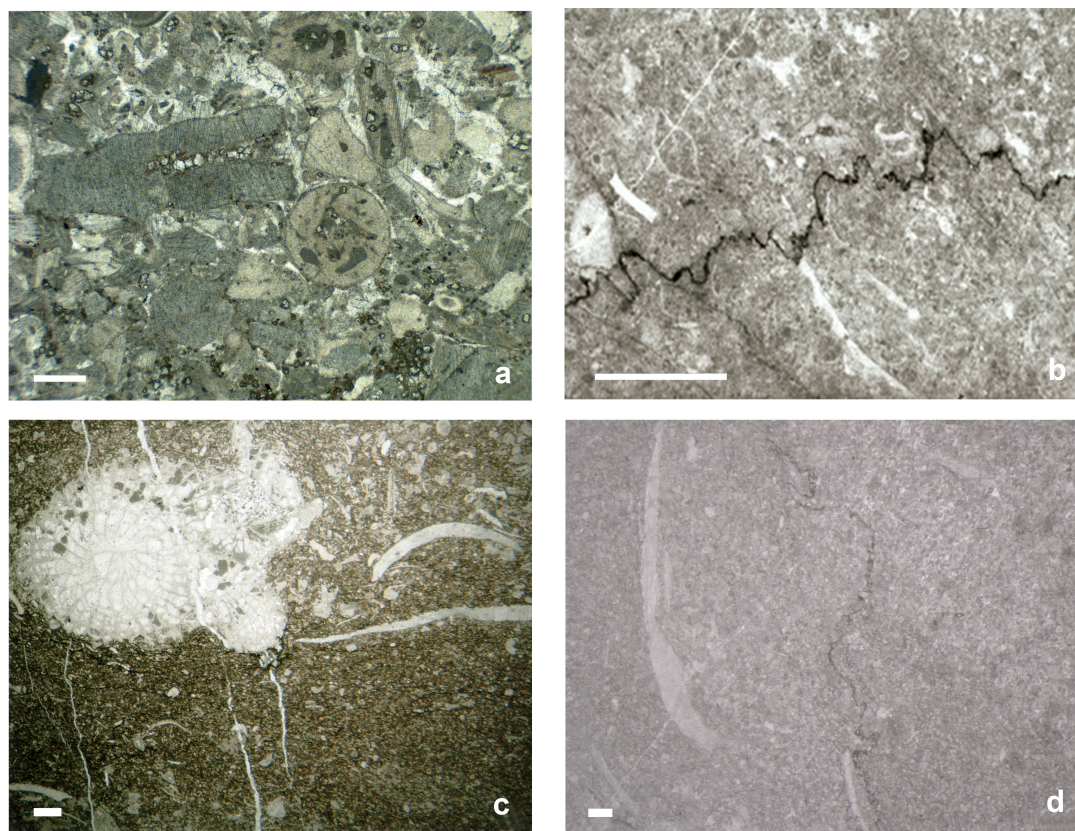


Fig. 10.6. Microfacies de la Subfacies Renanué. (a): Facies F2, packstone/grainstone de crinoideos, Re 53. (b): Facies C2, wackestone/packstone de bioclastos, Re 55+_{360°00}. (c, d): Facies C3, wackestone/packstone de bioclastos; c, Re 57; d, Re 62. Escala barra: 1 mm.

diferente. Esta fluctuación de energía creciente a decreciente ocurre a lo largo de la secuencia. Por tanto, según las características descritas antes, la microfacies sería del tipo SMF3 Bv + Cr + Os \pm Cor, que se situaría por encima del nivel de tormentas dentro de un ambiente de plataforma abierta.

Facies D: Packstone/grainstone de bioclastos alóctonos. Brechas.

Localización: Re 22 ~ Re 27.

Observaciones generales: calizas masivas con alternancia de niveles de calizas margosas, de espesores variables entre los 10 y 60 cm. Abundan restos de dientes y escamas de peces, foraminíferos y en menor proporción de crinoideos, dacrioconáridos, ostrácodos y braquiópodos inarticulados (acrotétidos).

Descripción de microfacies: las muestras se caracterizan por ser wackestone/packstone bioclásticos, cuyos fósiles identificados mayoritariamente son placas de equinoideos, fragmentos de braquiópodos, ostrácodos, bivalvos y minoritariamente, se encuentran trilobites y corales rugosos (Aulopóridos). El tamaño de los granos varía de 1 a 6 mm. La angulosidad variable, desde redondeados, subredondeados a subrectangulares. La diversidad y el tamaño de los componentes aumentan ligeramente (tramos 20-22). La selección es baja y la distribución es bimodal. El grado de fragmentación y desarticulación es elevado. El empaquetado de los granos es denso y desordenado. En ocasiones, se observan algunos rellenos geopetales (Fig. 10.5e, muestra Re22).

Ambiente sedimentario: La nueva secuencia formada por los tramos 22 -27 se caracteriza por tener una abundancia y diversidad faunística elevada; la presencia de organismos estenohalinos (braquiópodos, equinodermos y corales) indica una salinidad marina normal en un medio de buena oxigenación. La fauna que contiene, a excepción de los corales está

constituida por organismos alóctonos. Además, un nivel medio-alto de fragmentación y desarticulación y a la vez, un tamaño de componentes que puede alcanzar los 6 mm, indican una elevada energía en el medio; paralelamente, las formas subredondeadas o subrectangulares de los componentes y la distribución caótica y densa de los bioclastos, reflejan el resultado de un transporte en masa y una rápida sedimentación. Según estas características, los tramos 22 al 27 corresponderían a una microfacies de tipo SMF5 y que se situaría próxima a la parte media del talud (FZ4).

Facies E: Grainstone/rudstone oncoidal.

Localización: Re 44

Observaciones generales: caliza margosa de espesor de unos 40 cm. Abundan escamas y dientes de peces, braquiópodos inarticulados del grupo de acrotétidos, crinoideos, bivalvos, foraminíferos y algunos ostrácodos y dacrioconáridos.

Descripción de microfacies: Se trata de una caliza de tipo grainstone, de estructura oncoidal, compuesta en su mayoría por texturas del tipo poroestromata (porostromate) y algunas formas del tipo espongioestromata (spongiostromate), que están dispersos dentro de una matriz micrítica, grano soportada. Los núcleos del primer tipo están compuestos por valvas completas o no de braquiópodos o bivalvos, fragmentos de gasterópodos y crinoideos. Los meso-oncoides varían de 2 a 10 mm y la forma más común es elipsoidal, aunque existen formas con superficies irregulares. En general, estas envueltas son simétricas. La composición durante el crecimiento de las envueltas laminares puede ser de micrita y/o de micrita con parches esparíticos. Las cianobacterias que generan este tipo de estructura oncoidal son *Rothpletzella* y *Girvanella*. En el conjunto oncoidal, la abundancia es alta y la distribución es bimodal. Si se considera sólo el núcleo de los oncoides, sólo los

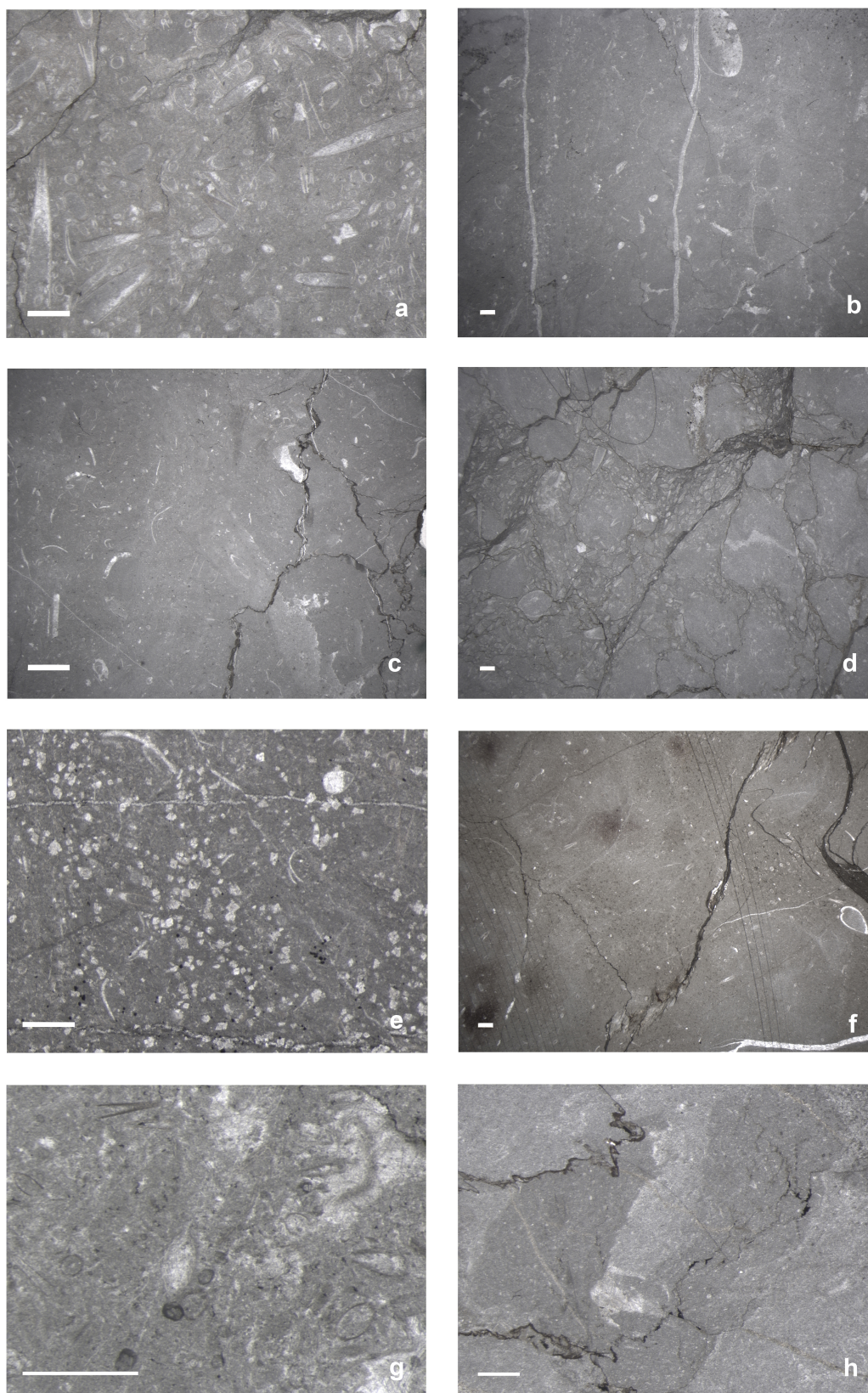


Fig. 10.7. Microfacies de la Subfacies Compte. (a): Facies C1, wackestone/packstone de dactrioconáridos, CP/-1. (b, e-h): Facies G1, wackestone microbioclástico bioturbado; b, CP/7; e, CP/45b; f, CP/62; g, LGA 182; h, LGA 218. (c, d): Facies G2, Microbrechas calcáreas. Packstone bio-litoclastos (dactrioconáridos); c, CP/19 y d, CP/23. Escala barra: 1 mm.

bioclastos, la abundancia y la diversidad es media; además, el nivel de fragmentación y el grado de desarticulación de los mismos son bajo. La composición de los núcleos puede ser de organismos autóctonos/alóctonos (Fig. 10.5g, muestra Re 44).

Ambiente sedimentario:

Según el análisis de microfacies del tramo 44, los núcleos de los oncoides contienen organismos estenohalinos, que indicarían una salinidad marina normal. Otras características como la forma elipsoidal, el desarrollo regular de las envolturas, el patrón de crecimiento simétrico y la abrasión de las estructuras cianobacterial y algas en los oncoides son indicativos de rodamiento (rolling). Además, el desarrollo de oncoides de escala "meso" con envolturas regulares y formando parte de unas microfacies de tipo grainstone-rudstone son características claves de ambientes de alta energía. Asimismo, los contornos lisos y la coexistencia de diferentes tipos de oncoides reflejan la ausencia de retrabajamiento de los mismos. Algunas formas oncoidales de superficies irregulares indican ausencia de abrasión y/o lento transporte de su ambiente original más somero. De acuerdo con las características mencionadas antes, este depósito es típico de una microfacies de tipo SMF13, que según la distribución del ambiente sedimentario, correspondería al borde protegido de una plataforma proximal (FZ 6).

Facies F1: Packstone/grainstone de crinoideos-gasterópodos.

Localización: Re 45 ~ Re 48.

Observaciones generales: calizas masivas con estructuras onduladas que a techo pasan a caliza margosa. Espesor entre 30-60 cm. Abundan placas de equinodermos, braquiópodos inarticulados (acrotétidos), gasterópodos, foraminíferos, dientes y escamas de peces y en menor cantidad, ostrácodos y algunos dacrioconáridos.

Descripción de microfacies: se caracterizan por ser calizas de tipo packstone-grainstone. Se identifican abundantes restos de crinoideos, braquiópodos, gasterópodos, bivalvos, trilobites, ostrácodos y en menor proporción, corales coloniales y dacrioconáridos. Hay acumulación local de peloides (tramos 45, 47) y microlitoclastos y las envolturas oncoidales disminuyen con respecto al tramo anterior, el 44. La porosidad de interclastos está compuesta por micrita y cemento calcítico. Alta diversidad y abundancia de restos bioclásticos. El tamaño de los clastos disminuye en la mitad inferior del intervalo. Los rellenos geopetales son más frecuentes en la mitad inferior (tramo 46). En la mitad inferior, la selección es media y su distribución puede ser unimodal a bimodal, mientras que en la mitad superior, la selección es baja y la distribución es bimodal. El nivel de fragmentación y el grado de desarticulación es bajo en la mitad superior. El ordenamiento de los clastos es más caótico en los tramos inferiores. En el tramo 48, hay faunas mejor preservadas (Fig. 10.5h, muestra Re 48).

Ambiente sedimentario: En este intervalo, las condiciones ambientales parecen haber cambiado ligeramente, ya que nos encontramos en un medio en el que la diversidad y abundancia de los componentes bioclásticos son elevadas, además están compuestos por organismos estenohalinos, lo que indica una salinidad marina normal. La presencia de placas de equinodermos bien conservadas en el tramo 48 parece reflejar que el tipo de sustrato es firme. Por otra parte, la distribución caótica de los bioclastos en los tramos inferiores indica un medio de energía alta y como consecuencia, la sedimentación es rápida; mientras que en tramos superiores, la energía disminuye ligeramente, donde la sedimentación se hace de una forma gradada. Por tanto, dada las características mencionadas antes, la microfacies que más se aproxima podría

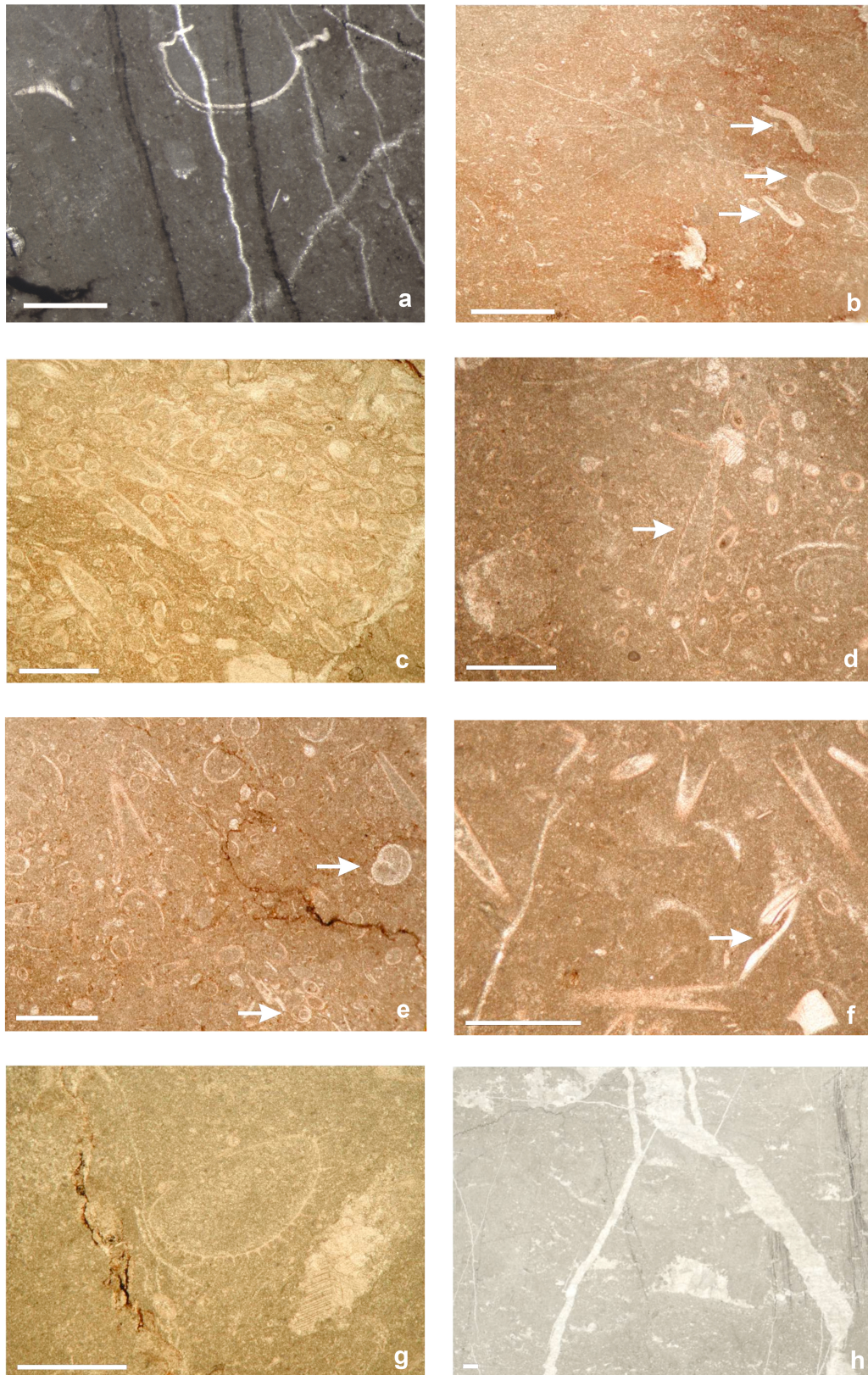


Fig. 10.8. Microfacies de la Subfacies Compte. (a, b, g, h): Facies G1, wackestone microbioclástico bioturbado; a, LGA-I/7; b, Vi-I/5; g, Vi-I/23; h, Vi-I/29. (c-f): Facies C1, wackestone/packstone de dactrioconáridos; c, Vi-I/14; d, Vi-I/18; e, Vi-I/19; f, Vi-I/22. Escala barra: 1 mm. Las flechas de b y e indican fragmentos de trilobites y gasterópodos y d, formas cónicas de dactrioconáridos.

ser la de tipo SMF12 Cr-Gast, que la situaría en los márgenes de las plataformas (FZ5) o incluso al comienzo del talud (FZ4). Se trata de un ambiente nerítico somero de circulación abierta.

Facies F2: Packstone/grainstone de crinoideos.

Localización: Re 53

Observaciones generales: caliza masiva con un espesor de 40 a 50 cm. Se identificaron numerosos dientes y escamas de peces y algunos foraminíferos.

Descripción de microfacies: se trata de grainstone-packstone bioclástico (Fig. 10.6a, muestra Re 53). Se han reconocido abundantes restos de placas de equinodermos (bien preservados) y menor cantidad de fragmentos de braquiópodos, ostrácodos y trilobites. El tamaño de los componentes es mayor que en el intervalo anterior y las formas varían de redondeadas a subrectangulares. Abundancia y diversidad media. Selección moderada. Distribución bimodal. Alto grado de desarticulación y fragmentación media.

Ambiente sedimentario: En el tramo 53, el tamaño y el aspecto de los granos esqueléticos parecen indicar que la energía del medio es media y continua, ya que la porosidad intraclástica está formada en general de matriz esparítica que indicaría que el transporte es continuo. La concentración de esqueletos de crinoideos distribuida en un empaquetado denso pero con buena selección es típica de una microfacies de tipo SMF12Cr, que correspondería a un ambiente nerítico somero con cierto transporte, equivalente a los márgenes de las plataformas (FZ5).

Facies G1: Wackestone microbioclástico bioturbado.

Localización: CP/7 ~ CP/17, CP/27 ~ CP/46, CP/56 ~ CP/65; LGA 178 ~ LGA 180, LGA 197 ~ LGA 209, LGA 218 ~ LGA 227, LGA-I/1 ~ LGA-I/9; Vi-I/23 ~ Vi-I/29.

Observaciones generales: calizas rosadas a gris claro con estructuras tabulares u onduladas alternando con calizas nodulares. En general, el tamaño de los granos es muy fino. La potencia varía de 10 a 50 cm. La presencia de fósiles es escasa.

Descripción de microfacies: se trata de wackestone microbioclástico. La matriz es micrítica y en algunas muestras, la matriz está dolomitizada (Fig. 10.7e, muestra CP/45b). El componente bioclástico representa un 20 a 30% y está formado por espículas de esponjas, finas conchas de ostrácodos y bivalvos y en algunas muestras, restos de trilobites (Fig. 10.8a, muestra LGA-I/7; Fig. 10.8b, muestra Vi-I/5 y Fig. 10.8g, muestra Vi-I/23). La actividad de bioturbación es muy frecuente, cuya estructura consiste en un relleno interno de tonalidad más oscura, frente a la matriz más clara (Fig. 10.7h, muestra LGA 218). En general, el tamaño de los componentes varía de 1 a 8 mm y la forma varía de ovalada a alargada, por lo que la preservación es completa. Tanto la diversidad como la abundancia son bajas. La selección es baja. La distribución es de tipo bimodal. El grado de desarticulación es bajo, pero la fragmentación es alta. En ocasiones, se observa relleno geopetal (Fig. 10.7b, muestra CP/7), porosidad de tipo birdseyes dentro de una fábrica fenestral (Fig. 10.8h, muestra Vi-I/29) y presencia de estructuras de microestilolitos lisos con picos de amplitud baja. La fábrica en general es poco densa debido a la escasa presencia de bioclastos.

Ambiente sedimentario: la presencia de organismos de concha fina, la buena preservación y la forma ovalada o subesférica de los componentes bioclásticos, indican que la energía del medio es baja y el transporte es casi nulo; por otro lado, la fragmentación de los componentes es debida parcialmente a la acción de la bioturbación de organismos, lo que nos indica que el sustrato es blando. La presencia de estructuras irregulares en los microestilolitos indica un proceso incipiente de presión-disolución. La fábrica fenestral

en la muestra Vi-I/29, puede tener origen en la propia descomposición de los organismos. Por tanto, se trata de unos depósitos típicos de aguas tranquilas que corresponden a la microfacies tipo SMF1 (bioturbado) y que podría situarla en la plataforma abierta (FZ2).

Facies G2: Microbrechas calcáreas. Packstone bio-litoclastos (dacrioconáridos).

Localización: CP/18 ~ CP/26, CP/48 ~ CP/55.

Observaciones generales: calizas grises nodulares principalmente que a veces lateralmente pasan a calizas margosas. En general, el tamaño de grano es fino a medio. La potencia varía de 10 a 35 cm. El contenido fosilífero está dominado por dacrioconáridos y en ocasiones, fragmentos de conchas finas.

Descripción de microfacies: se trata de clastos de composición bioclástica de tipo packstone, formado por dacrioconáridos y wackestone que contienen organismos pelágicos de conchas finas que están inmersos dentro de una matriz interna micrítica. Escasa matriz margosa restringida en pequeña cantidad de micrita residual. La proporción entre clastos y matriz difiere ampliamente. El tamaño de los clastos es muy variable, entre 0,5 - 4mm de diámetro mayor y su forma varía de subovalada a subangular. La selección de clastos es de tipo polimodal. La frecuencia de los clastos es variable. El contacto entre ellos puede ser mayoritariamente, de suturas selladas o no. La fábrica es de tipo "clastos soportados". En la disposición de los clastos se reconocen dos estructuras: estilonodular y estilobrecha. Se observan orientaciones paralela a suboblicua.

Ambiente sedimentario: Las formas subovaladas a subangulares de los clastos son causadas por la diagenésis temprana como nos indican claramente las suturas de disolución, y no durante el transporte. La distribución caótica y concentrada de los restos de dacrioconáridos en la matriz,

parece indicar una rápida sedimentación antes de la diagénesis. Además, las estructuras estilobrecha (Fig. 10.7c, muestra CP/19) o estilonodular (Fig. 10.7d, muestra CP/23) son causados por presión-disolución variable. Por tanto, estos depósitos pueden atribuirse a la microfacies SMF4, que podría estar relacionada con ambientes de talud relacionados con la circulación de organismos pelágicos, que le situaría en las FZ3 y FZ4.

10.4. Interpretación de la sedimentación carbonática en el Devónico Medio-Superior del área de estudio.

El desarrollo de la cuenca sedimentaria en el Área de Subfacies del Sur del Pirineo Central durante el Devónico Medio y Superior está dominado por la sedimentación carbonatada con cierta influencia siliciclástica. Las facies reconocidas en esta área corresponden a la plataforma carbonatada externa, que abarca desde la plataforma proximal (FZ6) hasta la cuenca profunda (FZ1).

Durante el Eifeliense, la sucesión de Villech muestra unos depósitos turbidíticos que son típicos de ambientes de sedimentación profunda. La presencia de organismos pelágicos (dacrioconáridos, esponjas y ostrácodos de conchas finas) nos indica unos depósitos situados en pequeños altos topográficos (subfacies C1 o SMF3 Dac). Otro depósito (subfacies G1 o SMF1 bioturbado) que podemos encontrar es la presencia de organismos de conchas finas bien preservadas y también de organismos tanto epifauna como infauna (trilobites y bivalvos) que nos indican un medio tranquilo y además, los sedimentos están frecuentemente bioturbados; por tanto, estos depósitos se situarían en la plataforma abierta.

Desde el Givetense Inferior hasta el tránsito al Givetense Medio, en la sedimentación de las sucesiones de Renanué, Compte, La Guàrdia d'Ares y Villech dominan claramente las facies

pertenecientes a los ambientes profundos. Estos depósitos turbidíticos están formados por: la subfacies C1 que corresponde a pequeños altos topográficos y la subfacies C2 (SMF3 Tr+Cr+Os) que equivale a la zona del pie del talud que está caracterizada por la presencia de restos de bioclastos provenientes de la parte superior de la pendiente (como crinoideos, corales); además, se ha identificado, la subfacies G1 que se sitúa en una plataforma de circulación abierta con actividad intensa de bioturbación.

En el intervalo del Givetiense Medio, el ritmo y comportamiento de sedimentación en las Subfacies de Renanué y Compte (Mey 1967) son ligeramente diferentes. En la sucesión de Renanué, se desarrolla un amplio espectro de ambientes sedimentarios como consecuencia de la fluctuación del nivel del mar. Consiste en que durante las biozonas *Rhenanus/Varcus* y la parte baja de *Ansatus*, la microfacies es del subtipo C2 que posteriormente, se adapta a la facies D (SMF5). Si se continúa hacia la parte media de la Biozona *Ansatus*, se identifica la facies B (SMF2). En la parte superior de la misma biozona, se reconocen dos facies con 2 subtipos: E (SMF13), F1 (SMF12 Cr+Gast) y F2 (SMF12Cr). Esta variación de facies indica que en el comienzo de este intervalo, el ambiente se situaba en el límite de la plataforma profunda, es decir, al pie del talud que más tarde se desplaza hacia la parte media del talud y quizás, debido a pequeñas tormentas, nuevamente desciende al pie de talud. En el último tercio del Givetiense Medio, se produce la tendencia a la somerización, ya que las facies/subfacies identificadas corresponden al borde de una plataforma proximal con desarrollo de bajíos de calcarenitas (caracterizados por un medio muy agitado durante un tiempo muy breve).

Por otro lado, en el Givetiense Medio, las subfacies identificadas de las sucesiones de Compte, La Guàrdia d'Ares y Villech que son las C1, G1 y G2 (SMF4 Dac) parece que

son claramente de ambientes profundos que corresponderían desde la cuenca hasta el pie de talud.

En el Givetiense Superior, la sedimentación en las tres Subfacies: Sierra Negra, Renanué y Compte está caracterizada por depósitos de aguas profundas como son: la facies A, identificada en las secciones de Ampriú y la facies B (SMF2), en Ampriú-II. Los dos subtipos de la misma facies C2 y C3 (SMF 3 Bv+Cr+Os±Cor) se localizan en la sucesión de Renanué, mientras que los 3 subtipos de dos facies C1, G1 y G2 son identificados en las sucesiones de Compte, La Guàrdia d'Ares y Villech. Durante el Frasnense Inferior y Medio, la regresión marina continúa, de tal manera que identificamos menor número de facies. En Ampriú, se registra la facies B. En Renanué, la parte inferior está caracterizada por la facies C3 y la superior, por la facies B. Las sucesiones Compte, La Guàrdia d'Ares y Villech se registran en facies G1 (aún más profundas que las dos secciones anteriores).

Desde el Givetiense Superior hasta el Frasnense Medio, las facies que caracterizan las distintas sucesiones se sitúan desde la cuenca hasta la zona del pie de talud con una circulación continua de organismos pelágicos. Por tanto, la evolución de la cuenca en esta área de estudio está dominada por una etapa transgresiva durante el Eifeliense, más tarde en el Givetiense Inferior y Medio se registra una tendencia regresiva, donde hacia el oeste de la cuenca (la Subfacies de Renanué) podemos encontrar registros de ambientes más someros dentro de la plataforma externa, mientras que hacia el este de la misma (Subfacies Compte) siguen dominando ambientes profundos. A partir del Givetiense Superior hasta el Frasnense Medio, se vuelve nuevamente a una etapa transgresiva.

CONCLUSIONES

11. Conclusions.

The Eifelian to Middle Frasnian marine sediments of the Spanish Central Pyrenees constitute only about 40 m thick, but rather continuous even-bedded succession of limestones and, thus, contrast from their age equivalents in the Western Pyrenees, where near kilometric siliciclastics and reefal limestones dominate.

The lithostratigraphic characterisation of the studied sections supports the assignation of the outcropping rocks to different units (Subfacies Areas). The Givetian strata from the Renanué Subfacies (Renanué Limestone) differ from those of the Compte Subfacies (Comabella Fm.) The Upper Givetian strata of the Sierra Negra Subfacies are limited to the *hermanni* Zone and are distinct from age-equivalent rocks of the other two subfacies. Frasnian strata from the Renanué Subfacies are contrasting with contemporaneous strata in the Compte Subfacies.

The “Renanué Limestone” starts in the *kockelianus* Zone (upper Eifelian) and reaches, at least, the MN2 Zone (Lower Frasnian).

The Comabella Fm. in the studied sections begins diachronously in the Eifelian. In the section Vi-I it starts in the *costatus* Zone, while in the LGA section commences in the *kockelianus* Zone.

86 conodont taxa on specific and subspecific rank belonging to nine genera are described and discussed: *Ancyrodella* (10), *Icriodus* (13), *Klapperina* (4), *Mesotaxis* (1), “*Ozarkodina*” (5), *Polygnathus* (41), *Schmidtognathus* (5), *Skeletognathus* (1) and *Tortodus* (6).

Two new species closely related to the early ancyrodelellids are described: *Ancyrodella chiyangi* and *Ancyrodella javieri*.

Six additional taxa are described in open nomenclature: *Ancyrodella* sp. A, *Icriodus* sp. A, “*Ozarkodina*” sp. A, *Polygnathus* sp. A, *Polygnathus* sp. B, and *Polygnathus* sp. C. Likewise, several morphotypes of

biostratigraphical value are described for the following taxa: *P. angustipennatus* and *Sk. norrisi* (three morphotypes each) and *P. ansatus* and *P. l. mucronatus* (two morphotypes each).

The three morphotypes of *Skeletognathus norrisi* identified in the Spanish Central Pyrenees and their sequential occurrences match the records in the Montagne Noire and, therefore, increase the detail of sound correlation for this narrow time-span around the Givetian/Frasnian boundary between these two regions.

Three *Polygnathus* taxa are recorded for the first time in Europe: *P. furtivus*, *P. ljaschenkoi* and *Polygnathus* sp. C.

The main Pyrenean sequences of Givetian *Polygnathus* and Frasnian *Ancyrodella* are similar to most of the North-American, European, Asian and North-African sequences allowing a detailed correlation between these regions and the Spanish Central Pyrenees.

The numerous records of *Tortodus* in the Spanish Central Pyrenees augment the knowledge on paleobiodiversity and stratigraphic distribution of this group that will warrant its application in future biostratigraphic and palaeobiogeographic studies.

The Pyrenean records allow the range extension of the following 13 taxa: downward extension of *Icriodus difficilis*, *I. symmetricus*, *Polygnathus dubius*, *P. furtivus* and *Schmidtognathus peracutus*; upward extension of *P. eiflii*, *P. hemiansatus*, *P. limitaris*, *P. linguiformis weddigei*, *P. pseudoeiflii*, *P. tafilensis*, *Tortodus k. kockelianus* and *T. weddigei*.

The detailed biostratigraphical analysis of seven selected Pyrenean sections enables the best hitherto biostratigraphical characterisation by means of conodonts of Eifelian to Middle Frasnian strata of three subfacies of the Southern Facies Area (Sierra Negra, Renanué and Compte).

17 standard conodont zones from the lower Eifelian (*costatus*) to the Middle Frasnian (MN6) are recognised. Most of them are identified by the index taxon: *kockelianus-ensensis* in the upper Eifelian, *hemiansatus* and *timorensis* in the Lower Givetian, *rhenanus/varcus*, *ansatus* and *semialternans/latifossatus* in the Middle Givetian, *hermanni* (Lower and Upper), *disparilis* (Lower and Upper) and *norrissi* in the Upper Givetian, MN1, MN2 and MN3 in the Lower Frasnian. The *costatus*, MN4 and MN6 Zones are recognised by the characterising conodont assemblage. The position of the MN5 Zone, which represents the Lower/Middle Frasnian boundary, is bracketed by its stratigraphic position between MN4 and MN6 Zones.

The results support the formally voted proposal of the International Subcommission on Devonian Stratigraphy on the subdivision of the Givetian Stage into three Substages, Lower, Middle and Upper by means of the entries of the globally distributed index conodonts.

The base of the Givetian coincides with the base of the *hemiansatus* Zone. This boundary is precisely located in two sections (Re and LGA). The Givetian is further subdivided into three parts (Lower, Middle and Upper). The base of the Middle Givetian is placed at the base of the *rhenanus/varcus* Zone. This boundary is exactly located in the sections Re and CP. The beginning of the Upper Givetian coincides with the base of the *hermanni* Zone, which is accurately identified in the section CP. The base of the Frasnian is defined by the lowest occurrence of the first ancyrodellids (*A. rotundiloba* "early" form, in the sense of Klapper 1985). This boundary is precisely located in the sections CP, LGA, LGA-I and VI-I. The Lower/Middle Frasnian boundary coincides with the base of the *punctata* or MN5 Zone. This boundary cannot be identified in the studied sections, but its position is narrowed to a short set of strata between MN4 and MN6 zones.

Herein a combined study of taxonomic distribution, on generic basis, and biofacies by means of conodont elements (Pa, I and coniforms) is achieved for the first time in the Spanish Central Pyrenees.

The main biofacies for the studied time interval and sections is the *Polygnathus* biofacies, but conodont diversity allows the recognition of other 13 main biofacies, some of them are unique or prevalent for some stratigraphical intervals and/or sections. The conodont evolutive radiation that took place in the Upper Givetian accounts for eight of these biofacies.

The 14 recognised biofacies are: 1) *Polygnathus* Biofacies (P), 2) *Icriodus* Biofacies (I), 3) *Polygnathus-Icriodus* Biofacies (P-I), 4) *Icriodus-Polygnathus* Biofacies (I-P), 5) *Polygnathus-Tortodus* Biofacies (P-T), 6) *Polygnathus-Coniforms* Biofacies (P-C), 7) "Ozarkodina" Biofacies (O), 8) *Schmidtognathus* Biofacies (Sch), 9) *Polygnathus-Schmidtognathus* Biofacies (P-Sch), 10) *Schmidtognathus* and *Polygnathus* Biofacies (Sch+P), 11) *Polygnathus-Klapperina* Biofacies (P-K), 12) *Ancyrodella* Biofacies (A), 13) *Polygnathus-Ancyrodella* Biofacies (P-A), 14) *Polygnathus-Ancyrodella-Klapperina* Biofacies (P-A-K).

Within the *Polygnathus* Biofacies the marked change in the platform of Pa elements (narrow to wide) in the Upper Givetian stands out. This change is recorded by the entries of *P. limitaris* and *P. c. cristatus*. During part of the Upper Givetian both types of platforms are present; however, from the upper part of the Upper *disparilis* Zone upwards, narrow-platform Pa elements are not longer recorded in any of the studied sections.

The distribution of biofacies supports the afore mentioned subdivision of the Southern Facies Area into four Subfacies. For instance, during the Upper Givetian and Lower Frasnian the *Polygnathus* biofacies dominated in the Renanué Subfacies. In contrast, the *Schmidtognathus* Biofacies in the Upper Givetian and the *Ancyrodella*

biofacies in the Lower Frasnian prevailed in the Sierra Negra and Compte Subfacies.

The analysis of calcareous facies allows recognition of four facies (A, B, D and E) and seven subfacies (C₁, C₂, C₃, F₁, F₂, G₁ and G₂); the dominant microfacies are wackestone and/or packstone.

The sedimentary basin evolution during the Middle and Upper Devonian in the studied area is chiefly characterised by a

transgressive trend during the Eifelian that changes to a regressive trend during the Lower and Middle Givetian. In the western part (Renanué Subfacies) records of shallower environments within the outer platform are identified, while eastwards (Compte Subfacies) the deep environments prevailed. The transgressive trend came back in the Upper Givetian and continued up to the Middle Frasnian.

11. Conclusiones

Los sedimentos marinos del Eifeliense al Frasnense Medio en el Pirineo Central Español tienen un espesor aproximado de 40 m y consisten de una sucesión continua de calizas estratificadas. Estos materiales contrastan con los equivalentes en edad del Pirineo Occidental donde dominan sucesiones siliciclásticas potentes (kilométricas) y calcáreas arrecifales.

La caracterización litoestratigráfica de las distintas secciones apoya la subdivisión en diferentes unidades (Áreas de Subfacies) de las rocas aflorantes en el Área de Facies Sur. Así los materiales givetenses de la Subfacies Renanué (Calizas de Renanué) son distintos a los expuestos en las secciones de la Subfacies Compte (Fm. Comabella). En la Subfacies Sierra Negra los estratos givetenses se limitan al Givetense Superior (Biozona *Hermanni*) y son diferentes que los equivalentes en edad de las otras dos Subfacies. Asimismo los materiales frasnenses de la Subfacies Renanué y Compte son también diferentes.

La base de la unidad “Calizas de Renanué” corresponde a la parte alta del Eifeliense (Biozona *Kockelianus*) y alcanzaría, al menos, el Frasnense Inferior (Zona MN2).

La Fm. Comabella comenzaría en las secciones estudiadas en el Eifeliense y su base es diacrónica. En la sección Vi-I comenzaría en la Biozona *Costatus*, mientras que en la sección LGA lo haría en la de *Kockelianus*.

Se describen y discuten 86 taxones de conodontos a nivel específico y subespecífico pertenecientes a 9 géneros: *Ancyrodella* (10), *Icriodus* (13), *Klapperina* (4), *Mesotaxis* (1), “*Ozarkodina*” (5), *Polygnathus* (41), *Schmidtognathus* (5), *Skeletognathus* (1) y *Tortodus* (6).

Se describen dos nuevas especies: *Ancyrodella chiyangi* y *Ancyrodella javieri* que están estrechamente relacionadas con las primeras formas de ancirodélidos. Seis

taxones más se tratan en nomenclatura abierta: *Ancyrodella* sp. A, *Icriodus* sp. A, “*Ozarkodina*” sp. A, *Polygnathus* sp. A, *Polygnathus* sp. B, y *Polygnathus* sp. C. Asimismo, se reconocen varios morfotipos con valor estratigráfico para los siguientes taxones: *P. angustipennatus* y *Sk. norrisi* (3 morfotipos cada uno) y *P. ansatus* y *P. l. mucronatus* (2 morfotipos).

Los tres morfotipos de *Skeletognathus norrisi* reconocidos en el Pirineo Central Español pueden correlacionarse con los registrados en la Montaña Negra. Su distribución estratigráfica es comparable, lo que aumenta el detalle de la correlación para el intervalo del límite basal del Frasnense entre ambas regiones.

Tres taxones de *Polygnathus* se registran por primera vez en Europa: *P. furtivus*, *P. ljaschenkoi* y *Polygnathus* sp. C.

Las secuencias pirenaicas principales de *Polygnathus* en el Givetense y de *Ancyrodella* en el Frasnense son comparables con muchas secuencias norteamericanas, europeas, asiáticas y norte-africanas, permitiendo correlaciones detalladas entre el Pirineo Central Español y estas regiones.

El registro del género *Tortodus* en el Pirineo Central Español aumenta el conocimiento sobre la diversidad y distribución estratigráfica de este grupo, que permitirá su utilización en futuros estudios bioestratigráficos y paleobiogeográficos.

Se modifican las distribuciones estratigráficas generales de 13 taxones. Así se extiende el rango inferior de *Icriodus difficilis*, *I. symmetricus*, *Polygnathus dubius*, *P. furtivus* y *Schmidtognathus peracutus*. Por otro lado, se extiende el rango superior de *P. eiflii*, *P. hemiansatus*, *P. limitaris*, *P. linguiformis weddigei*, *P. pseudoeiflii*, *P. tafilensis*, *Tortodus k. kockelianus* y *T. weddigei*.

El detallado estudio bioestratigráfico con conodontos de siete secciones

seleccionadas en el Pirineo Central Español permite la caracterización bioestratigráfica de los estratos de edad Eifeliense a Frasnense Medio que pertenecen a tres Subfacies del área de Facies Sur (Sierra Negra, Renanué y Compte).

Se reconocen 17 biozonas estándar de conodontos que comprenden desde el Eifeliense inferior (Biozona *Costatus*) hasta el Frasnense Medio (Zona MN6). La mayoría de ellas se reconocen por sus taxones índice: *Kockelianus-Ensensis* en el Eifeliense superior, *Hemiansatus* y *Timorensis* en el Givetense Inferior, *Rhenanus/Varcus*, *Ansatus* y *Semialternans/Latifossatus* en el Givetense Medio, *Hermanni* (Inferior y Superior), *Disparilis* (Inferior y Superior) y *Norrisi* en el Givetense Superior, MN1, MN2 y MN3 en el Frasnense Inferior. Las biozonas *Costatus*, MN4 y MN6 se reconocen por asociaciones características. La Zona MN5 que representa el tránsito del Frasnense Inferior al Medio, se aproxima por su posición estratigráfica entre las zonas MN4 y MN6.

Los resultados obtenidos apoyan la intención de la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Devónico de subdividir el Piso Givetense en tres Subpisos, Inferior, Medio y Superior mediante la entrada de especies índices de conodontos de distribución global.

La base del Givetense coincide con la base de la Biozona *Hemiansatus*. Este límite se identifica con precisión en dos secciones (Re y LGA). El Givetense se subdivide a su vez en tres partes (Inferior, Medio y Superior). La base del Givetense Medio coincide con la base de la Biozona *Rhenanus/Varcus*. Este límite se sitúa con precisión en las secciones Re y CP. El comienzo del Givetense Superior coincide con la base de la Biozona *Hermanni*, que se identifica con precisión en la sección CP. La base del Frasnense se define con el registro más bajo del primer ancirodélido (*A. rotundiloba* "early" form, según Klapper

1985). Este límite se localiza con precisión en las secciones CP, LGA, LGA-I y VI-I. El límite Frasnense Inferior/Medio coincide con la base de la Biozona *Punctata* o Zona MN5. Este límite no se puede identificar con precisión en ninguna de las secciones estudiadas, pero su posición se encuentra dentro de un conjunto de estratos de poco espesor entre las zonas infra y suprayacentes.

En este trabajo y por primera vez en el Pirineo Central Español, se realiza un estudio relacionando la distribución taxonómica a nivel genérico con las biofacies reconocidas mediante los elementos conodontales (Pa, I y coniformes).

La biofacies dominante en el intervalo y secciones estudiadas es la de *Polygnathus*, pero la diversidad de faunas de conodontos permite reconocer hasta 14 biofacies principales, algunas de las cuales son exclusivas o dominan en algunos intervalos estratigráficos y/o en diferentes secciones. Ocho de estas biofacies se desarrollaron en el Givetense Superior en relación con la radiación evolutiva de conodontos experimentada en este intervalo.

Las 14 biofacies reconocidas son: 1) Biofacies de *Polygnathus* (P), 2) Biofacies de *Icriodus* (I), 3) Biofacies de *Polygnathus-Icriodus* (P-I), 4) Biofacies de *Icriodus-Polygnathus* (I-P), 5) Biofacies de *Polygnathus-Tortodus* (P-T), 6) Biofacies de *Polygnathus-Coniformes* (P-C), 7) Biofacies de "Ozarkodina" (O) 8) Biofacies de *Schmidtognathus* (Sch), 9) Biofacies de *Polygnathus-Schmidtognathus* (P-Sch), 10) Biofacies de *Schmidtognathus* y *Polygnathus* (Sch+P), 11) Biofacies de *Polygnathus-Klapperina* (P-K), 12) Biofacies de *Ancyrodella* (A), 13) Biofacies de *Polygnathus-Ancyrodella* (P-A), 14) Biofacies de *Polygnathus-Ancyrodella-Klapperina* (P-A-K).

Dentro de la biofacies de *Polygnathus* destaca el marcado cambio observado en la

plataforma de los elementos Pa de este género en el Givetiense Superior y que está representado por la entrada de los taxones *P. limitaris* y *P. c. cristatus*. Durante parte del Givetiense Superior ambos tipos de plataformas (estrechas y anchas) coexisten, pero en el final de la Biozona *Disparilis* Superior ya no se registran elementos Pa con plataformas estrechas en ninguna de las secciones estudiadas.

La distribución de las distintas biofacies apoya la subdivisión del Área de Facies Sur en cuatro Subfacies. Así, por ejemplo, en la Subfacies de Renanué abundan las biofacies de *Polygnathus* en el Givetiense Superior y Frasnense, mientras que en las Subfacies Sierra Negra y Compte, destacan la existencia de biofacies de *Schmidtognathus* en el Givetiense Superior y de biofacies de *Ancyrodella* en el Frasnense.

El análisis de las facies calcáreas permite reconocer 4 facies (A, B, D y E) y 7 subfacies (C₁, C₂, C₃, F₁, F₂, G₁ y G₂); las microfacies dominantes son las de wackestone y/o packstone.

La evolución de la cuenca durante el Devónico Medio y Superior en el área de estudio está dominada por una etapa transgresiva durante el Eifeliense; más tarde, en el Givetiense Inferior y Medio se registra una tendencia regresiva donde hacia el oeste de la cuenca (Subfacies Renanué) se encuentran registros de ambientes más someros dentro de la plataforma externa, mientras que hacia el este de la misma (Subfacies Compte) siguen dominando los ambientes profundos. A partir del Givetiense Superior hasta el Frasnense Medio, se vuelve nuevamente a una etapa transgresiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12. Referencias bibliográficas.

- ABOUSSALAM, Z. S. 2003. Das "Taghanic-Event" im höheren Mittel - Devon von West-Europa und Marokko. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* 25: 1-330.
- & BECKER, R. T. 2007. New Upper Givetian to basal Frasnian conodont faunas from the Tafilalt (Anti-Atlas, Southern Morocco). *Geological Quarterly* 51: 345-374.
- BAI, S. L., BAI, Z. Q., MA, X. P., WANG, D. R., SUN, Y. L. (eds) 1994. Conodont zonation and correlation, bio-event and chemo-event, Milankovitch cycle and nickel-episode. *Devonian Events and Biostratigraphy of South China*. 303 pp. Beijing University Press, Beijing
- BARDASHEV, I. A. 1990. Stratigraphy and conodonts of the Eifelian deposits of Central Tajikistan. In Khalym-Badzha, V.J. (ed.). Conodonts of the USSR Eifelian Stage, Kazan. 25-41.
- 1992. Conodont Stratigraphy of Middle Asian Middle Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 154: 31-84.
- & ZIEGLER, W. 1985. Conodonts from a Middle Devonian section in Tadzhikistan (Kalagach Formation, Middle Asia, USSR). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75: 65-78.
- BARNOLAS, A. & PUJALTE, V. 2004. La Cordillera Pirenaica. En: *Geología de España* (J. A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 233-343.
- BECKER, T.R. & HOUSE, M. 1994b. International Devonian goniatite zonation, Emsian to Givetian, with new records from Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 169: 79-135.
- BELKA, Z., KAUFMANN, B. & BULTYNCK, P. 1997. Conodont-based quantitative biostratigraphy for the Eifelian of the eastern Anti-Atlas, Morocco. *GSA Bulletin* 109: 643-651.
- BENFRIKA, E. M. & BULTYNCK, P. 2003. Lower to Middle Devonian conodonts from the Oued Cherrat area and its southern extension (North-Western Meseta, Morocco). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 242: 209-215.
- BISCHOFF, G. and ZIEGLER, W. 1957. Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 22: 1-136.
- BOERSMA, K. TH. 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 49: 303-377.
- BRANSON, E. B. & MEHL, M. G. 1934. Conodont from the Grassy Creek shale of Missouri. *University of Missouri Studies* 8: 171-259. [imprint 1933]
- & MEHL, M. G. 1938. The conodont genus *Icriodus* and its Stratigraphic distribution. *Journal of Paleontology* 12: 156-166.
- BRYANT, W. L. 1921. The Genesee Conodont with descriptions of New Species. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences* 13: 1-59.
- BUCHROITHNER, M. F. 1978. Zur Conodontenstratigraphie vorwiegend klastischer Folgen im Devon der Ost- und Zentralpyrenäen. *Mitt. österr. geol. Ges.* 69: 247-266.
- 1979. Conodontenstratigraphische Untersuchungen im Silur und Devon der Ost- und Zentralpyrenäen. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* 1979 (5): 268-283.
- BULTYNCK, P. 1970. Révision stratigraphique et paléontologique (Conodontes et Brachiopodes) de la Coupe type du Couvinien. *Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain* 26: 1-152
- 1974. Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givetien de L' Ardenne Franco-Belge. *Bulletin de L'Institut royal des*

Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre 50(19): 1-30.

— 1985. Lower Devonian (Emsian) - Middle Devonian (Eifelian and lowermost Givetian) conodont successions from the Ma'der and the Tafilalt, southern Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75: 261-286.

— 1986. Accuracy and reliability of conodont zones: the *Polygnathus asymmetricus* "zone" and the Givetian-Frasnian boundary. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique* 56: 269-280.

— 1987. Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 57: 149-181.

— 1989. Conodonts from a potential Eifelian/Givetian Global Boundary Stratotype at Jebel Ou Driss, southern Ma'der, Morocco. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 59: 95-103

— 2003. Devonian Icriodontidae: biostratigraphy, classification and remarks on paleoecology and dispersal. *Revista Española de Micropaleontología* 35: 295-314.

— & HOLLARD, H. 1980. Distribution comparée de Conodontes et Goniatites dévoniens des plaines du Dra du Ma'der et du Tafilalt (Maroc). *Aardkundige Mededeling* 1: 7-73.

— & JACOBS, L. 1981. Conodonts et sédimentologie des couches de passage du Givetien au Frasnian dans le Nord du Tafilalt et dans le Ma'der (Maroc présaharien). *Bulletin de L'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 53: 1-24.

— & WALLISER, O. 1990. Proposal for the Eifelian/Givetian Boundary Stratotype in Southern Morocco. Document of the

Subcommission Devonian Stratigraphy, Frankfurt am Main.

BUNKER, B. J. & KLAPPER, G.. 1984. Conodont zones and correlation of the Cedar Valley-State Quarry interval of eastern Iowa. *Geological Society of Iowa, Guidebook*, 41: 15-18.

CALVO SANCHÍS, H. 2012. Sistemática y bioestratigrafía de conodontos del Lochkoviense medio (Devónico Inferior) del Pirineo Central Español. *Trabajo de Fin de Máster*. Universidad de Valencia. Inédito.

CASTELLÓ-CORRALIZA, V. 2004. Conodontos del Famenienense (Devónico Superior) en la sección de Pi (Pirineo Central). 79 pp. *Diploma de Estudios Avanzados*. Universidad Complutense de Madrid. Inédita.

CARLS, P. & GONG, D. 1992. Devonian and Early Carboniferous Conodonts from Shidian (Western Yunnan, China). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 154: 179-222.

CLAUSEN, C.-D., LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. 1979. Biostratigraphie und Lithofazies am Südrand der Elspe Mulde (hohes Mittel- und tiefes Oberdevon; Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). *Geologie Jahrbuch* A-51: 3-37.

DALLONI, M. M. 1910. Etude géologique des Pyrénées de L'Aragon. *Ann. fac. Sci. Marseille*, 19: 1-65, lám- 1-4; Marseille.

— 1930. Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. fac. Sci. Marseille*, 26: 1-373, fig.-texto 1-65, lám- 1-4; Marseille.

FEIST, R. & KLAPPER, G. 1985. Stratigraphy and conodonts in pelagic sequences across the Middle-- Upper Devonian boundary, Montagne Noire, France. *Palaeontographica*, Abteilung A, 188 (1-3): 1-18.

FLAIS, G. 1966. Die Mitteldevon/Oberdevon-Grenze im Paläozoikum von Graz. *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 124: 221-240

- GARCÍA-LÓPEZ, S. 1981. Nueva especie de *Ancyrodella* (Conodonta) del Devónico Superior de la Cordillera Cantábrica (NO. de España). *Estudios Geológicos* 37: 263-267.
- 1984. Terminología morfológica de conodontos compuestos y de plataforma. *Revista de Biología de la Universidad de Oviedo* 2: 95-105, fig. texto 1-6; Oviedo.
- 1986. Los conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico Asturleonés (España). *Publicaciones Especiales del Boletín Geológico y Minero. Instituto Geológico y Minero de España*, 1-112.
- & SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Devonian to Lower Carboniferous conodont biostratigraphy of the Bernesga Valley section (Cantabrian Zone, NW Spain) 163-205. In GARCÍA-LÓPEZ, S. and BASTIDA, F. (eds.) *Paleozoic conodonts from Northern Spain. Cuadernos del Museo Geominero* 1, 163-205.
- GINTER, M.; LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J. I. (2008): New data on chondrichthyan microremains from the Givetian of the Renanué section in the Aragonian Pyrenees (Middle Devonian, Spain). In: Michał Ginter & Robert Niedźwiedzki (Eds.). *Evolution and diversity of chondrichthyans. Sharks. Acta Geologica Polonica* 58 (2): 165-172.
- GLENISTER, B. F. & KLAPPER, G. 1966. Upper Devonian conodonts from the Canning Basin, Western Australia. *Journal of Paleontology* 40: 777-842.
- GONG, D . 1989. Late Devonian to Early Carboniferous Conodont Biofacies in the Baoshan Region, Western Yunnan. *Sedimentary Facies and Palaeogeography* 6: 31.
- Gouwy, S. 2004. The Graphic Correlation Method as a tool for integrated stratigraphy. Application to the uppermost Emsian-lowermost Famennian (Devonian) from the Ardenne Area (Belgium-N-France) and correlation with the eastern Anti-Atlas (Morocco) and the New York Area (N-America). 214 pp. Ph. D. thesis Catholic University of Leuven, Belgium.
- 2010. Middle Devonian Conodonts from the Northwestern margin of Gondwana. 199 pp. Ph. D. thesis University di Modena e Reggio Emilia, Italy and University of Valencia, Spain.
- & BULTYNCK, P. 2003. Conodont based graphic correlation of the Middle Devonian formations of the Ardenne (Belgium): Implications for stratigraphy and construction of a regional composite. *Revista Española de Micropaleontología* 35: 315-344.
- , LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RIOS, J. I. 2013. Eifelian (Middle Devonian) to Lower Frasnian (Upper Devonian) conodont biostratigraphy in the Villech section (Spanish Central Pyrenees). *Bulletin of Geosciences* 88 (2): 315-338. doi [10.3140/bull.geosci.1341](https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1341).
- HABERMEHL, M. A. 1970. Depositional history and diagenesis of quartz- sand bars and lime-mud environments in the Devonian Basibé Formation (Central Pyrenees, Spain). *Leidse Geologische Mededelingen* 46(1): 1-55.
- HARTEVELT, J. J. A. 1970. Geology of the upper Segre and Walira valleys, Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 45: 167-236.
- HINDE, G. J. 1879. On conodonts from the Chazy and Cincinnati group of the Hamilton and Genesee-shale divisions of the Devonian in Canada and the United States. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 35: 351-369.
- HOLLARD, H. 1974. Recherches sur la stratigraphie des formations du Dévonien Moyen, de l'Emsien Supérieur au Frasnien, dans le Sud du Tafilalt et dans Ma'der (Anti-Atlas oriental). Notes Service Géologique du Maroc, 36 (264): 7-68.
- 1981. Principaux caractères des formations dévoniennes de l'Anti-Atlas. Notes Service Géologique du Maroc, 42 (308): 15-23.

- HOU, H.-F., JI, Q., WANG, J.-X., WANG, R.-G. & ZHANG, Z.-X. 1985. Biostratigraphy near the Middle-Upper Devonian Boundary in Maanshan section, Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75: 39-52.
- , JI, Q., WANG, J.-X. & WANG, R.-G. 1986. Middle-Upper Devonian boundary in Maanshan of Xiangzhou, Guangxi. 137 p. *Geological Publishing House*. Beijing.
- HOUSE, M. R., KIRCHGASSER, W.T., PRICE, J.D. AND WADE, G. 1985. Goniatites from Frasnian (Upper Devonian) and adjacent strata of the Montagne Noire. *Hercynica* 1 (1): 1-21.
- , FEIST, R. & KORN, D. 2000a. The Middle/Upper Devonian boundary GSSP at Puech de la Suque, Southern France. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 225: 49-58.
- HUDDLE, J. W. 1934. Conodonts from the New Albany Shale of Indiana. *Bulletin of American Paleontology* 21: 1-136.
- HUDDLE, J. W. assisted by J.E. REPETSKI. 1981. Conodonts from the Genesee Formation in western New York. *Geological Survey Professional Papers* 1032-B, 1-66.
- HÜNEKE, H. 1995. Early Devonian (Emsian) to Late Devonian (Famennian) stratigraphy and conodont of the Antoinettenweg section in the Lower Harz Mountain (Germany). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 188: 99-131.
- IZOKH, N. G., YOLKIN, E. A. & BAKHAREV, N. K. 2004. Early Frasnian Conodonts from the Rudny Altai (West Siberia). *News on Paleontology and Stratigraphy, Geology and Geophysics* 45: 89-101. [In Russian].
- JI, Q. 1989. On the Frasnian Conodont Biostratigraphy in the Guilin Area of Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117: 303-320.
- & ZIEGLER, W. 1993. The Lali Section: An Excellent Reference Section for Upper Devonian in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 157: 1-183.
- , ZIEGLER, W. & DONG, X. 1992. Middle and Late Devonian Conodonts from the Licun Section, Yongfu, Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 154: 85-105.
- JOHNSON, J. G. 1990. Lower and Middle Devonian brachiopod-dominated communities of Nevada, and their position in a biofacies-province-realm model (with a section on Revision of Middle Devonian conodont zones, by G. Klapper and J. G. Johnson). *Journal of Paleontology* 64: 902-941.
- , KLAPPER, G. & TROJAN, W.R. 1980. Brachiopod and Conodont successions in the Devonian of the northern Antelope Range, central Nevada. *Geologica et Palaeontologica* 14: 77-116.
- , KLAPPER, G. & SANDBERG, C. A. 1985. Devonian eustatic fluctuations in Euroamerica. *Geological Society of American Bulletin* 96, 567-587.
- KHALYMBADZHA, V. G. & CHERNYSHEVA, N. G. 1970. Konodonty v. *Ancyrodella* iz devonskikh otlozheniy volgo-kamskogo kraia i ikh stratigraficheskoe znachenie. In: *Biostratigrafia i paleontologia paleozoiskikh otlozheniy vostoka russkoj plataformia i zapadnogo priuralia* (ed. ULIANA-LENINA, V.I.). 81-103. Kazanskiy ordena trudovogo krasnogo znameniy gosudarstvenniy universitet.
- KIM, A. I., ERINA, M. V., APEKINA, L. S. & LESOVAYA, A. I. 1984. Devonian biostratigraphy of the Zeravshan-Hissar Mountain Region. Tashkent, Fan, 1-94.
- KIRCHGASSER, W. T. 1970. Conodonts from near the Middle/Upper Devonian boundary in North Cornwall. *Journal of Paleontology* 13: 335-354.
- 1994. Early morphotypes of *Ancyrodella rotundiloba* at the Middle-Upper Devonian boundary, Genesee Formation, west central New York. *Bulletin of New York Society Museum* 481: 117-134.

- KLAPPER, G., 1985. Sequence in the conodont genus *Ancyrodella* in the Lower *asymmetricus* Zone (earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France. *Palaeontographica Abteilung A* 188, 19-34.
- 1988. Intent and Reality in Biostratigraphy Zonation: a Reply to Sandberg, Ziegler, and Bultynck (1988). *Newsletter Stratigraphie* 19(3): 179-183.
- 1989. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) Conodont Succession. In McMILLAN, N.J.; EMBRY, D.J. AND GLASS, D.J. (eds.) *Devonian of the World, Proceedings of the Second International Symposium on the Devonian System*. Canadian Society of Petroleum Geologists 14, 449-468. [imprint 1988]
- 1990. Frasnian species of the Late Devonian conodont genus *Ancyrognathus*. *Journal of Paleontology* 64 (6): 998-1025.
- & BARRICK, J. E. 1983. Middle Devonian (Eifelian) conodonts from the Spillville Formation in northern Iowa and southern Minnesota. *Journal of Paleontology* 57: 1212-1243.
- & JOHNSON, J. G. 1980. Endemism and dispersal of Devonian conodonts. *Journal of Paleontology* 54, 400-455.
- & JOHNSON, J. G. 1990. Revision of the Middle Devonian conodont zones. *Journal of Paleontology* 64, 934-941.
- & PHILIP, G. M. 1972. Devonian conodont skeletal apparatuses and their vicarious skeletal elements. *Lethaia* 4: 429-452.
- , PHILIP, G. M. & JACKSON, J. H. 1970. Revision of the *Polygnathus varcus* Group (Conodonta, Middle Devonian). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* 1970, 650-667.
- , FEIST, R. & HOUSE, M. R. 1987. Decision on the Boundary stratotype for the Middle/Upper Devonian Series Boundary. *Episodes*, vol. 10(2): 97-101.
- & ZIEGLER, W. 1977. Distribution of conodonts in Lower/Middle Devonian boundary beds of the Barrandian. Unpublished report. *Field Conference of the International Subcommission on Devonian Stratigraphy* 1-4. Prague
- & ZIEGLER, W. 1979 Devonian conodont biostratigraphy. *Special Papers in Palaeontology* 23, 199-224.
- KLUG, C. R. 1982. Devonian Stratigraphy and Conodont Biostratigraphy From Portions of Two Cores in Central Iowa. *Iowa Geological Survey, Open File Report* 82(2): 1-56.
- KUZMIN, A. V. 1995. Lower Boundary of the Frasnian Stage in the Russian Platform. *Stratigraphica Geologica Korrelyatsiya* 3: 111-120.
- LANE, H. R., MÜLLER, K. J. & ZIEGLER, W. 1979. Devonian and Carboniferous conodonts from the Perak Malaysia. *Geologica et Palaeontologica* 13: 213-226.
- LAZREQ, N. 1990. Devonian Conodonts from Central Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 118: 65-79.
- 1999. Biostratigraphie des conodontes du Givétien au Famennien du Maroc central – Biofaciès et événement Kellwasser. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 214: 1-111.
- LIAO, J.-C. 2000. Bioestratigrafía con conodontos del Givetense (Devónico Medio) y Frasnense (Devónico Superior) de Renanué, Huesca, Pirineos Aragoneses. 52 pp. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Complutense de Madrid. Inédita.
- , GINTER, M. & VALENZUELA-RÍOS, J. I. (2007). Chondrichthyan microremains from the Givetian of the Aragonian Pyrenees. *Bulletin de la Société géologique de France* 178 (3): 171-178.
- , KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J. I. & SCHINDLER, E. 2008. Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian- Lower Frasnian; Aragonian

- Pyrenees, N. Spain). *Bulletin of Geosciences* 83(2), 481-490.
- & VALENZUELA-RIOS, J. I. 2008. Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte section (Middle-Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees). *Geological Quarterly* 52: 1-18.
- & — 2012. Upper Givetian and Frasnian (Middle and Upper Devonian) conodonts from Ampriú (Aragonian Pyrenees, Spain): Global correlations and palaeogeographical relations. *Palaeontology*. 1150: 1-24. doi: [10.1111/j.1475-4983.2012.01150.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2012.01150.x)
- & — 2013. The Middle and Upper Devonian Conodont Sequence from La Guardia d'Àres section (Spanish Central Pyrenees) *Bulletin of Geosciences* 88 (2): 339-368. doi [10.3140/bull.geosci.1348](https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1348)
- , — & RODRÍGUEZ, S. 2001. Descripción de los conodontos del Givetiense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses). *Coloquios de Paleontología* 52, 13-45.
- MALLADA, L. 1878. Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico*. España: 1-439; Madrid
- MARTÍNEZ-PÉREZ, C. 2003. Bioestratigrafía con conodontos en las proximidades del límite Praguense - Emsiense (Devónico Inferior) del alto valle del río Isábena, Huesca (Pirineo Aragonés). 38 pp. *Diploma de Estudios Avanzados*. Universidad Complutense de Madrid. Inédita.
- 2010. Conodontos del Emsiense (Devónico Inferior) del Pirineo Central Español. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, 390 pp. inédita.
- & VALENZUELA-RÍOS, J. I., NAVAS-PAREJO, P., LIAO, J.-C. & BOTELLA H. 2011. Emsian (Lower Devonian) Polygnathids (Conodont) succession in the Spanish Central Pyrenees. *Journal of Iberian Geology* 37: 45-64.
- MATTAUER, M. 1968. Les traits structuraux essentiels de la chaîne des Pyrénées. *Revue Géographique Physique et Géologie Dynamique* 110: 3-13.
- MAWSON, R. & TALENT, J.A. 1989. Late Emsian-Givetian Stratigraphy and Conodont Biofacies -Carbonate Slope and Offshore Shoal to Sheltered Lagoon and Nearshore Carbonate Ramp -Broken River, North Queensland, Australia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117: 205-259
- MEY, P. H. W. 1967. Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Paleozoic 1157-1166. In OSWALD, D. H., (ed.) *International Symposium on the Devonian System*. 1376 pp. Alberta Society of Petroleum Geologists, Calgary 1967.
- 1968. Geology of the upper Ribagorzana and Tor Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 41: 229-292.
- MONTESINOS, J. R. & SANZ-LÓPEZ, J. 1999. Ammonoideos del Devónico Inferior y Medio en el Pirineo oriental y central. Antecedentes históricos y nuevos hallazgos. *Revista Española de Paleontología*, nº extr. Homenaje al Prof. J. Truyols, 97-108.
- MÜLLER, K. J. & CLARK, D. L. 1967. Early Late Devonian conodonts from the Squaw Bay Limestone in Michigan. *Journal of Paleontology* 41(4): 902-919.
- MURPHY, M. A., VALENZUELA-RÍOS, J. I. & CARLS, P. 2004. On Classification of Pridoli (Late Silurian)-Lochkovian (Early Devonian) Spathognathodontidae (Conodonts). University of California, Riverside, *Campus Museum Contribution* 6: 1-25.
- NARKIEWICZ, K. & BULTYNCK, P. 2007. Conodont biostratigraphy of shallow marine Givetian deposits from the Radom-Lublin area, SE Poland. *Geological Quarterly* 51: 419-442.
- & — 2010. The Upper Givetian (Middle Devonian) *subterminus* conodont Zone in North America, Europe and North Africa. *Journal of Paleontology* 84: 588-625.

- & NARKIEWICZ, M. 1998. Conodont evidence for the Mid-Givetian Taghanic Event in south-eastern Poland. *Palaeontologica Polonica* 58: 213-223.
- & — 2008. The mid-Frasnian subsidence pulse in the Lublin Basin (SE Poland): sedimentary record, conodont biostratigraphy and regional significance. *Acta Geologica Polonica* 58: 287-301.
- ORR, W. R. 1964. Conodonts from the Devonian Lingle and Alto formations of southern Illinois. *Illinois State Geological Survey* 361: 1-28.
- 1971. Conodonts from Middle Devonian Strata of the Michigan Basin. *Geological Survey Bulletin of State of Indiana Department* 45: 1-110.
- & KLAPPER, G. 1968. Two new conodont species from Middle-Upper Devonian boundary beds of Indiana and New York. *Journal of Paleontology* 42: 1066-1075.
- OVER, D. J. 2007. Conodont biostratigraphy of the Chattanooga Shale, Middle and Upper Devonian, southern Appalachian Basin, eastern United States. *Journal of Paleontology* 81: 1194-1217.
- , HOPKINS, T. H., BRILL, A. & SPAZIANI, A. L. 2003. Age of the Middlesex Shale (Upper Devonian, Frasnian) in New York State. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 242: 217-223.
- OVNATANOVA, N. S. & KONONOVA, L. I. 2001. Conodonts and Upper Devonian (Frasnian) Biostratigraphy of Central Regions of Russian Platform. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 233: 1-114.
- & — 2008. Frasnian conodonts from the eastern Russian Platform. *Paleontological Journal* 42: 997-1166.
- & KUZMIN, A. V. 1991. Knodonty tipovykh razrezov Domanikovoy svity na yuzhnom Timane. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR Seriya Geologicheskaya* 1991: 37-50.
- PERRI, M. C. & SPALLETA, C. 1980. Conodonti e biozonatura del Frasniano (Devoniano sup.) di Pramorio, Alpi Carniche. *Bolletino Della Società Paleontologica Italiana* 19: 281-310.
- POLLOCK, C. A. 1968. Lower Upper Devonian conodonts from Alberta, Canada. *Journal of Paleontology* 42: 415-443.
- PYLE, L. J., ORCHARD, M. J., BARNES, C.R. & LANDRY, M. L. 2003. Conodont biostratigraphy of the Lower to Middle Devonian Deserfers Formation (new), Road River Group, northeastern British Columbia. *Canadian Journal of Earth Science* 40: 99-113.
- RACKI, G. & BULTYNCK, P. 1993. Conodont biostratigraphy of the Middle to Upper Devonian boundary beds in the Kielce area of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica* 43: 1-25.
- RAVEN, J. G., 1983. Conodont biostratigraphy and depositional history of the Middle Devonian to Lower Carboniferous in the Cantabrian Zone (Cantabrian Mountains, Spain). 339 p. *Ph. D. thesis*. University of Leiden, Holland.
- ROGERS, F. S. 1998. Conodont biostratigraphy of the Little Cedar and Lower Coralville formations of the Cedar Valley Group (Middle Devonian) of Iowa and significance of a new species of *Polygnathus*. *Journal of Paleontology* 72: 726-737.
- SANDBERG, C. A., ZIEGLER, W. & BULTYNCK, P. 1989. New standard conodont zones and early *Ancyrodella* phylogeny across Middle-Devonian boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 110: 195-230.
- , HASENMUELLER, N. R. & REXROAD, C. B. 1994. Conodont Biochronology, Biostratigraphy, and Biofacies of Upper Devonian Part of New Albany Shale, Indiana. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168: 227-253.
- SANZ-LÓPEZ, J. 1986. Estratigrafía, sedimentología y bioestratigrafía (Conodonta) del Devónico-Carbonífero inferior en el área de la Tossa d' Alp. *Tesis*

- de Licenciatura*. Universidad de Barcelona, 1-260, fig. texto 1-51. Inédito.
- 1995. Estratigrafía y bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico Superior-Carbonífero Inferior del Pirineos Oriental y Central. 514 pp. Ph. D. thesis. Universitat de Barcelona.
- 2002a. Devonian and Carboniferous pre-Stephanian rocks from the Pyrenees. In: García-López, S. and Bastida, F. (eds). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero*, 1: 367-389.
- 2002b. Devonian and Lower Carboniferous rocks from the Cadí nappe (eastern Pyrenees). In: García-López, S. and Bastida, F. (eds). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero*, 1: 419-438.
- 2004. Silúrico, Devónico y Carbonífero pre- y sin-varisco de los Pirineos. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 250-254
- & GIL-PEÑA, I. 2002. Geological outline of the Variscan Pyrenees (NE Spain). In: García-López, S. and Bastida, F. (eds). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero*, 1: 349-366.
- , — & VALENZUELA-RÍOS, J. I. 2002 Lower Palaeozoic rocks from the Pyrenees: a synthesis. In: García-López, S. and Bastida, F. (eds). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero*, 1: 349-366.
- SCHÖNLAUB, H. P. 1985. Devonian conodonts from section Oberbuchach II in the Carnic Alps (Austria). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75: 353-374.
- SEDDON, G. 1970. Pre-Chappel Conodonts of the Llano Region, Texas. Bureau of Economic Geology, *The University of Texas, Austin; Report of Investigations* 68: 1-113.
- SHEN, J.-W. 1995. Middle-Upper Devonian conodont sSuccession and sea-level change in Guilin. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 12: 251-273.
- SCHMIDT, H. 1931. Das Paläozoikum der spanischen Pyrenäen. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math-phys. Kl., 3 (5, 8): 1-85.
- SPARLING, D. R. 1981. Middle Devonian conodont apparatuses with seven types of elements. *Journal of Paleontology* 55: 295-316.
- 1983. Conodont biostratigraphy and biofacies of lower Middle Devonian limestones, north-central Ohio. *Journal of Paleontology* 57: 825-864.
- 1988. Middle Devonian stratigraphy and conodont Biostratigraphy, north-central Ohio. *Ohio Journal of Science* 88: 2-18.
- 1999. Conodonts from the Prout Dolomite of north-central Ohio and Givetian (Upper Middle Devonian) correlation problems. *Journal of Paleontology* 73: 892-907.
- Struve, W. 1961. Zur Stratigraphie der südlichen Eifler Kalkmulden (Devon: Emsium, Eiflium, Givetium). *Senckenbergiana lethaea* 42 (3-4): 291-345.
- 1982. The Great Gap in the record of marine Middle Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 55: 433-448.
- ULRICH, E. O. & BASSLER, R. S. 1926. A classification of the toothlike fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species. *Proceedings of the United States Natural Museum* 68: 12.
- UYENO, T.T. 1967. Conodont Zonation, Waterways Formation (Upper Devonian), north-eastern central Alberta. *Geological Survey of Canada, Paper* 67-30, 1-20.
- 1974. Conodonts of the Waterways Formation (Upper Devonian) of

- northeastern and central Alberta. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 232: 1-93.
- 1982. Systematic Conodont Paleontology. *Devonian rocks of the Lake Winnipegosis- Lake Manitoba outcrop belt, Manitoba*. (IN NORRIS *et al.*), chapter 3: 73-95. Geological Survey of Canada, Memoir 392, 280 pp.
- 1991. Pre-Famennian Devonian conodont biostratigraphy of selected intervals in the eastern Canadian Cordillera. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 417: 129-161.
- 1998. Middle Devonian brachiopods, conodonts, stratigraphy, and transgressive-regressive cycles, Pine Point Area, South of Great Slave Lake, District of Mackenzie, Northwest Territories. *Bulletin of the Geological Survey of Canada*, 522 (part II): 146-190.
- & WENDTE, J. 2005. Conodont biostratigraphy and physical stratigraphy in two wells of the Beaverhill Lake Group, upper Middle to lower Upper Devonian. *Bulletins of American Paleontology*, 369: 151-171.
- VALENZUELA-RÍOS, J. I. 1988. Lochkovian Conodonts from Gerri de la Sal (Pyrenees). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102: 257.
- 1990. Lochkovian conodonts and stratigraphy at Gerri de la Sal (Pyrenees). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 118: 53-63.
- 1994a. Conodontos del Lochkovense y Praguense (Devónico Inferior) del Pirineo Central español. *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza* 5: 178 pp., fig. 1-26, lám. 1-9. Edita: Diputación General de Aragón. Departamento de Educación y Cultura. ISBN 84-7753-467-5.
- 1994b. The Lower Devonian conodont *Pedavis pesavis* and the *pesavis* Zone. *Lethaia* 27 (3): 199-207.
- 2002. Lochkovian and Pragian Conodonts from Segre 1 (Central Spanish Pyrenees). In: García-López, S. and Bastida, F. (eds). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero*, 1: 403-418.
- & BLIECK, A., 1996. Early Middle Devonian vertebrate microremains from the aragonian Pyrenees (northern Spain). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 323 (IIa): 817-823.
- & CARLS, P., 1994. Conodontos e Invertebrados del Devónico Medio del Valle de Tena (Pirineos Aragoneses). *Coloquios de Paleontología*, 46: 43-59.
- & LIAO, J.-C. 2006. Annotations to Devonian Correlation Table, R 357-360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): 37-54.
- & — 2006. Pyrenees Middle Devonian Sierra Negra. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R357dm06.
- & — 2006. Pyrenees Middle Devonian Baliera. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R358dm06.
- & — 2006. Pyrenees Middle Devonian Renanué. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R359dm06.
- & — 2006. Pyrenees Middle Devonian Compte. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R360dm06.
- & — 2006. Pyrenees Upper Devonian Sierra Negra. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R357ds06.
- & — 2006. Pyrenees Upper Devonian Baliera. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R358ds06.

- & — 2006. Pyrenees Upper Devonian Renanué. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R359ds06.
- & — 2006. Pyrenees Upper Devonian Compte. In K. Weddige (ed.) Devonian Correlation Table. *Senckenbergiana lethaea*, 86 (1): column R360ds06.
- & — 2011 . Color/facies changes and Global Events, a hoax? A case study from the Lochkovian (Lower Devonian) in the Spanish Central Pyrenees. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. doi:10.1016/j.palaeo.2011.09.007
- & SANZ-LÓPEZ, J., 2002. Pyrenees 86-89. In GIBBONS, W. and MORENO, T. (eds). *The Geology of Spain*. 649 p. Geological Society of London, Special Publications.
- VALENZUELA-RÍOS, J. I., LIAO, J.-C., MARTÍNEZ-PÉREZ, C., CASTELLÓ, V. & BOTELLA, H. (2005): Datos preliminares sobre los conodontos y restos de peces del Lochkoviense (Devónico Inferior) de Compte-I (Valle del Noguera Pallaresa, Pirineos). In J.A. Gámez, E. Liñán y J. I. Valenzuela-Ríos; (eds.), *Memorias de las VIII Jornadas Aragonesas de Paleontología: "La cooperación Internacional en la Paleontología española. Homenaje al Profesor Peter Carls"*. 131-145. Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- VANDELAER, E., VANDORMAEL, C. & BULTYNCK, P. 1989. Biofacies and Refinement of Conodont Succession in the Lower Frasnian (Upper Devonian) of the Type Area (Frasnes-Nismes, Belgium). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117: 321-352.
- WALLISER, O.H. 1984. Geologic process and global events. *Terra cognita* 4: 17-20.
- 1985. Natural boundaries and Commission boundaries in the Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75: 401-408.
- & BULTYNCK, P. 2011. Extinctions, survival and innovations of conodont species during the Kačák Episode (Eifelian-Givetian) in south-eastern Morocco. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique* 81: 5-25.
- , BULTYNCK, P., WEDDIGE, K., BECKER, R. T. & HOUSE, M. R. 1995: Definition of the Eifelian-Givetian Stage boundary. *Episodes* 18, 107-115.
- WANG, C. Y. 1994: Application of the Frasnian Standart Conodont Zonation in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168: 83-130.
- 1989. Devonian Conodonts of Guangxi. *Memoirs of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica* 25: 1-152.
- 1994. Application of the Frasnian Standart Conodont Zonation in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168: 83-130.
- WEARY, D. J. & HARRIS, A. G. 1994. Early Frasnian (Late Devonian) conodonts from the Harrell Shale, Western Foreland Fold-and-Thrust Belt, West Virginia, Maryland, and Pennsylvania Appalachians, U.S.A. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168: 195-225.
- WEDDIGE, K. 1977. Die Conodonten der Eifel Stufe im Typus-gebiet und in benachbarten Faciesgebieten. *Senckenbergiana lethaea* 58: 271-419.
- 1988. Eifel Conodonts. In Ziegler, W. (ed.) 1st International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V) Contributions 1. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 102: 103-118.
- 1989. Focusing on "serrated *ensensis*": Document submitted to the SDS (ICS, IUGS), Washington. 1-2 pp.
- WENSINK, . H. 1962. Paleozoic of the Gallego and Ara Valleys, Huesca province, Spanish Pyrenees. *Estudios Geológicos*, Madrid, 18 (1-2): 1-74

- WIRTH, M. 1967. Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (Wespyrenäen) mit Hilfe von Conodonten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 127: 179-244.
- WITTEKINDT, H. 1965. Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 9: 621-646.
- WITZKE, B., J. , BUNKER, B. J. & KLAPPER, G. 1985. Devonian and Pennsylvanian stratigraphy of the Quad Cities Region, Illinois-Iowa, pp. 37-41. In: Hammer, W. R. Anderson, R. C. & Schroeder, D. A. (eds), SEPM Great Lakes Section, *15th Annual Field Conference Guidebook*.
- XIONG, J. F. 1980. Conodonts. In XIAN, S. Y., WANG, S. D., ZHOU, X. Y., XIONG, J. F. & ZHOU, T. R. (eds.): Nandan typical stratigraphy and paleontology of Devonian, in China. 80-100. The People's Publishing House of Guizhou, Guiyang, China.
- ZIEGLER, W. 1959. Conodonten aus Devon und Karbon Südwesteuropas und Bemerkungen zur bretonischen Faltung (Montagne Noire, Massif v. Mouthoumet; Spanien Pyrenäen. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 7: 289-309
- 1966. Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 9: 647-676.
- 1971. Conodont stratigraphy of European Devonian. *Geological Society of America, Memoir* 127: 227-284.
- & KLAPPER, G. 1964. The validity of the name *Polygnathus* (Conodonta, Devonian and Lower Carboniferous). In ZIEGLER, W. KLAPPER, G. & LINDSTRÖM, M. *Journal of Palaeontology* 38:421-423.
- & — 1976. Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (Conodonts, Middle-? Upper Devonian in Europe and North America. In ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & JOHNSON, J. G. *Geologica et Palaeontologica* 10: 109-140.
- & — 1982 The *disparilis* conodont Zone, the proposed level for the Middle- Upper Devonian boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 55, 463-492.
- & — 1985 Stages of the Devonian System. *Episodes*, vol. 8(2): 104-109.
- , — & JOHNSON, J. G. 1976: Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (Conodonts, Middle-? Upper Devonian in Europe and North America. *Geologica et Palaeontologica*, 10: 109–140.
- ZIEGLER, W. & SANDBERG, C. A. 1990. The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 121: 1-115.
- & WANG, C. Y. 1985. Sihongshan section, a regional reference section for the Lower-Middle and Middle-Upper Devonian Boundaries in East Asia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 75: 17-38.
- ZWART, FÓSILESH. T. 1979. The Geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 50(1): 1-74.

ANEXO I

LISTADO DE CATALOGACIÓN DEL MATERIAL

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|-----------------|---------|---------------------------|----------------|
| <i>Ancyrodella africana</i> | | | | | |
| 6070 | Amp | 1 | 1 | L & V-R 2012: figs. 4A, B | 200µm |
| 6071-6074 | " | 2 | 4 | L & V-R 2012: figs. 4C-J | 200µm |
| 6075 | " | 7 | 1 | L & V-R 2012: figs. 4K, L | 200µm |
| 5390 | LGA | 226 | 1 | Liao 2014: figs. 7.1A, B | 200µm |
| 5391 | " | 226 | 1 | Liao 2014: figs. 7.1C, D | 200µm |
| <i>Ancyrodella chiyangi</i> n. sp. | | | | | |
| 6120 | Bas | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1E-G | Holotipo 200µm |
| 6121 | Bas | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1H-J | Paratipo 200µm |
| 5340 | CP | 62 | 1 | Liao 2014: figs. 7.1K, L | Paratipo 200µm |
| 6122 | Bas | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1M, N | 200µm |
| 6123 | Bas | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1O, P | 200µm |
| <i>Ancyrodella devonica</i> | | | | | |
| 6076 | Amp | 4 | 1 | L & V-R 2012: figs. 4M, N | 200µm |
| 6077 | " | 7 | 1 | L & V-R 2012: figs. 4O, P | 200µm |
| <i>Ancyrodella javieri</i> n. sp. | | | | | |
| 6124 | Bas | 1 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1T, U | Holotipo 200µm |
| 6126 | " | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1V-X | Paratipo 200µm |
| 6125 | " | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.1Q-S | Paratipo 200µm |
| 6127 | " | 2 ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig. 7.2A, B | 200µm |
| <i>Ancyrodella lobata</i> | | | | | |
| 6078 | Amp | 5 | 1 | L & V-R 2012: figs. 5A, B | 200µm |
| 6079 | " | 7 | 1 | L & V-R 2012: figs. 5C, D | 200µm |
| 6080-6081 | " | 9 | 2 | L & V-R 2012: figs. 5E-H | 200µm |
| <i>Ancyrodella mouravieffi</i> | | | | | |
| 6082 | Amp | 1 | 1 | L & V-R 2012: figs. 5I, J | 200µm |
| 6083 | " | 4 | 1 | L & V-R 2012: figs. 5K, L | 200µm |
| <i>Ancyrodella</i> sp. cf. <i>Ancyrodella mouravieffi</i> | | | | | |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|--|---------|------------------------|---------|---|-----------------------|
| 6084 | Amp | 5 | 1 | L & V-R 2012: figs. 5M, N | 200µm |
| <i>Ancyrodella pristina</i> | | | | | |
| 6009 | CP | 59' ⁰⁴ | 1 | L & V-R 2008: fig. 6J | 200µm |
| 6150 | LGA | 221 ₁₉₅₋₂₀₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6A Liao 2014: fig. 7.2C | 200µm Re-ilustrado |
| 6151 | LGA | 221 ₁₉₅₋₂₀₀ | 1 | L&V-R 2013: fig. 6B Liao 2014: fig. 7.2D | 200µm Re-ilustrado |
| 6128 | Bas | 1' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.2E, F | 200µm |
| 6129 | " | 1' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.2G, H | 200µm |
| <i>Ancyrodella rotundiloba alata</i> | | | | | |
| 6152 | LGA | 225 ^{top} | 1 | L & V-R 2013: fig. 6C Liao 2014: figs. 7.2I, J | 200µm Re-ilustrado |
| 6153 | " | 225 ^{top} | 1 | L & V-R 2013: fig. 6D Liao 2014: figs. 7.2K, L | 200µm Re-ilustrado |
| 5392 | " | 226 | 1 | Liao 2014: figs. 7.2M, N | 200µm |
| 6130 | Bas | 4' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.2O, P | 200µm |
| <i>Ancyrodella rotundiloba rotundiloba</i> | | | | | |
| 6010 | CP | 60b | 1 | L & V-R 2008: figs. 6K, L | 500µm |
| 6011 | " | 60c | 1 | L & V-R 2008: figs. 6M, N | 200µm |
| 6012 | " | 61' ⁰⁴ | 1 | L & V-R 2008: figs. 6O, P | 200µm |
| 5341 | " | 62 | | Liao 2014: figs. 7.2Q, R | 200µm |
| 5342 | CP | 64 | 1 | Liao 2014: figs. 7.2S, T | 200µm |
| 6154 | LGA | 221 ₁₉₅₋₂₀₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6E Liao 2014: figs. 7.2U, V | 500µm Re-ilustrado |
| 6155 | LGA | 222 ₁₀₋₁₆ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6F Liao 2014: figs. 7.2W, X | 200µm Re-ilustrado |
| 6131 | Bas | 2' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.3A, B | 200µm |
| 6132 | Bas | 4' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.3C, D | 200µm |
| <i>Ancyrodella sp. A</i> | | | | | |
| 6085 | Amp | 7 | 1 | L & V-R 2012: figs. 5O, P | 200µm |
| <i>Icriodus amabilis</i> | | | | | |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|-----------------------|---------|---|---------------|
| 5300 | Re | '04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3E-G | 200µm |
| 5301 | Re | '04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3H-J | 200µm |
| <i>Icriodus brevis brevis</i> | | | | | |
| 5218 | Re | 20 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 2, figs. 3, 4 | 200µm |
| 5302 | " | 55+260' ⁰⁰ | 1 | Liao 2014: fig. 7.3K | 200µm |
| <i>Icriodus difficilis</i> | | | | | |
| 5205 | Re | 3 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 1, figs. 3, 4 | 200µm |
| 5269 | " | 10 | 1 | L & V-R 2013: figs. 4V-X | 200µm |
| 5203-5204 | " | 20 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 1, figs. 1, 2, 7 | 200µm |
| 5303 | " | 24 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3L-N | 200µm |
| 5938 | CP | 18b | 1 | L & V-R 2008: figs. 4C, D | 200µm |
| 5343 | " | 19a' ⁰² | 1 | Liao 2014: figs. 7.3O-Q | 200µm |
| <i>Icriodus latecarinatus</i> | | | | | |
| 5304 | Re | 43 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3R-T | 200µm |
| <i>Icriodus latericrescens latericrescens</i> | | | | | |
| 5214-5215 | Re | 21 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 1, figs. 21, 22 | 200µm |
| 5305 | Re | 21 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3U, V | 200µm |
| 5212-5213 | Re | 45 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 1, figs. 17, 18, 23, 24 | 200µm |
| 5344 | CP | 59' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.3W, X | 200µm |
| <i>Icriodus lilliputensis</i> | | | | | |
| 5306 | Re | 24 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3Y, Z | 200µm |
| <i>Icriodus lindensis</i> | | | | | |
| 5307 | Re | 19 | 1 | Liao 2014: figs. 7.3AA-AC | 100µm |
| 5308 | Re | 19 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4A, B | 200µm |
| 5217 | Re | 20 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 2, figs. 1, 2 | 100µm |
| <i>Icriodus obliquimarginatus</i> | | | | | |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|--|---------|-----------------------|---------|---|---------------|
| 5268 | Re | -8 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4C-E | 200µm |
| 5309 | Re | -5 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4F-H | 200µm |
| 5974 | CP | -2 | 1 | L & V-R 2008: figs. 3G, H | 200µm |
| 5345 | " | 19a-b | 1 | Liao 2014: figs. 7.4I, J | 200µm |
| 5975 | " | 20 | 1 | L & V-R 2008: figs. 3I, J | 200µm |
| 5346 | " | 21 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4K, L | 200µm |
| <i>Icriodus aff. regularicrescens</i> | | | | | |
| 5210-5211 | Re | 3 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám.1, figs. 13-16 | 200µm |
| 5209 | " | 4 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám.1, fig. 12 | 200µm |
| <i>Icriodus struvei</i> | | | | | |
| 5261 | Re | 04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4M-O | 200µm |
| 5310 | " | 04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4P-R | 200µm |
| 5311 | " | -8 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4S-U | 200µm |
| 6156 | LGA | 178b ₃₃₋₄₇ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6G | 100µm |
| <i>Icriodus aff. subterminus</i> | | | | | |
| 5216 | Re | 45 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 1, figs. 19, 20 | 200µm |
| <i>Icriodus symmetricus</i> | | | | | |
| 5312 | Re | 53 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4V-X | 200µm |
| 5277 | " | 53 | 1 | L & V-R 2013: figs. 5Q-S | 200µm |
| 5313 | " | 55+300'00 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4Y-AA | 200µm |
| 5314 | " | 55+460'00 | 1 | no figurado | 200µm |
| 6087 | Amp | 1 | 1 | L & V-R 2012: fig. 6A | 200µm |
| 6088-6091 | " | 4 | 4'04 | L & V-R 2012: figs. 6B-J | 200µm |
| <i>Icriodus</i> sp. A Liao &Valenzuela-Ríos 2012 | | | | | |
| 6092-6093 | Amp | 7 | 2 | L & V-R 2012: figs. 6K-N | 200µm |
| <i>Klapperina disparilis</i> | | | | | |
| 5287 | Re | 56 | 1 | Liao 2014: figs. 7.4AB, AC | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|-----------------------|---------|--|-----------------------|
| 5998 | CP | 46 ₁₉₀₋₂₀₀ | 1 | L & V-R 2008: figs. 5K, L | 200µm |
| 6001 | " | 51 | 1 | L & V-R 2008: figs. 5Q, R | 200µm |
| 5347 | " | 51 | 1 | Liao 2014: figs. 7.5A, B | 200µm |
| 6157 | LGA | 218 ₇₈₋₈₈ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6H Liao 2014: figs. 7.5C, D | 200µm Re-ilustrado |
| 6158 | " | 219 ₄₈₋₅₆ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6I Liao 2014: figs. 7.5E, F | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Klapperina disparalvea</i> | | | | | |
| 5290 | Re | 55+675'00 | 1 | L & V-R 2013: figs. 6S, T, Liao 2014: figs. 7.5G, H | 200µm |
| <i>Klapperina ovalis</i> | | | | | |
| 5288 | Re | 57 | 1 | L & V-R 2014: figs. 6M, N | 200µm |
| 5315 | " | 57' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: figs. 7.5I, J | 200µm |
| 5259 | " | 62 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 27, 28 | |
| 5348 | CP | 53 | 1 | Liao 2014: figs. 7.5K, L | 200µm |
| 6002 | " | 59' ⁰⁴ | 1 | L & V-R 2008: fig. 5S | |
| 6159 | LGA | 226 | 1 | L & V-R 2013: fig. 6J | 200µm |
| <i>Klapperina</i> aff. <i>K. ovalis</i> | | | | | |
| 6094 | Amp | 2 | 1 | L & V-R 2008: figs. 6S, T | |
| <i>Mesotaxis falsovalis</i> | | | | | |
| 6004 | CP | 58b | 1 | L & V-R 2008: fig. 6B | 200µm |
| 5349 | " | 58b | 1 | Liao 2014: fig. 7.5M | 200µm |
| 6003 | " | 59 | 1 | L & V-R 2008: fig. 6A | 200µm |
| 6098 | Amp | 5 | 1 | L & V-R 2012: fig. 6W | 200µm |
| 6095 | " | 6 | 1 | L & V-R 2012: fig. 6U | 200µm |
| 6133 | Bas | 3' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig. 7.5N, O | 200µm |
| <i>"Ozarkodina" sannemanni adventa</i> | | | | | |
| 5289 | Re | 58 | 1 | Liao 2014: figs. 7.5P-R | 200µm |
| 5350 | CP | 46a | 1 | Liao 2014: figs. 7.5S-U | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|--|---------|------------------------|---------|---|-----------------------|
| 6160 | LGA | 189top | 1 | L & V-R 2013: fig. 6K Liao 2014: figs. 7.5V-X | 200µm Re-ilustrado |
| 6096 | Amp | 11 | 1 | L & V-R 2012: figs. 6Q, 6R | 200µm |
| <i>"Ozarkodina" sannemanni proxima</i> | | | | | |
| 6161 | LGA | 219 ₁₀₈₋₁₂₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6L Liao 2014: figs. 7.5Y-AA | 100µm Re-ilustrado |
| <i>"Ozarkodina" sannemanni sannemanni</i> | | | | | |
| 5284 | Re | 56' ⁰¹ | 1 | L & V-R 2013: figs. 6E-G | 200µm |
| 5316 | " | 56 | 1 | Liao 2014: figs. 7.6A-C | 200µm |
| 5317 | " | 58 | 1 | Liao 2014: figs. 7.6D-F | 200µm |
| 5997 | CP | 46b | 1 | L & V-R 2008: fig. 5I, J | |
| <i>"Ozarkodina" semialternans</i> | | | | | |
| 5285 | Re | 56' ⁰¹ | 1 | Liao 2014: fig. 7.6G, H | 200µm |
| 5318 | CP | 58b' ⁰² | 1 | Liao 2014: fig. 7.6I, J | 200µm |
| <i>"Ozarkodina" sp. A Liao y Valenzuela-Ríos</i> | | | | | |
| 6097 | Amp | 11 | 1 | L & V-R 2012: fig. 6O, P | 200µm |
| <i>Polygnathus alveoliposticus</i> | | | | | |
| 6162 | LGA | 219 ₂₂₅₋₂₄₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6M Liao 2014: fig. 7.6K | 250µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus angusticostatus</i> | | | | | |
| 5319 | Re | '04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.6L, M | 200µm |
| 5263 | " | '04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.6N, O | 200µm |
| 6164 | LGA | 178a | 1 | L & V-R 2013: fig. 7B Liao 2014: fig. 7.6P, Q | 250µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus aff. P. angustidiscus</i> | | | | | |
| 5256 | Re | 56 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám.4, figs. 29, 30 | |
| <i>Polygnathus angustipennatus</i> | | | | | |
| 5262 | Re | '04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.6R, S | 200µm |
| 5320 | " | '04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.6T, U | 200µm |
| 5321 | " | '04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.6V, W | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|--|---------|----------------------|---------|---|-----------------------|
| 6163 | LGA | 178a | 1 | L & V-R 2013: fig. 7A Liao 2014: fig. 7.6X | 250µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus ansatus</i> | | | | | |
| 5272 | Re | 10 | 1 | Liao 2014: fig. 7.7A, B | 200µm |
| 5322 | " | 55 | 1 | Liao 2014: fig. 7.7C, D | 200µm |
| 5273 | " | 55 | 1 | Liao 2014: fig. 7.7E, F | 200µm |
| 5976 | CP | 9 | 1 | L & V-R 2008: fig. 3K, L | |
| 5351 | " | 9 | 1 | no figurado | 200µm |
| 5393 | LGA | 189 ¹⁵⁻¹⁶ | 1 | no figurado | 100µm |
| 6165 | " | 197 | 1 | L & V-R 2013: fig. 7C Liao 2014: fig. 7.7G, H | 100µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus collieri</i> | | | | | |
| 5381 | CP | 58b | 1 | no figurado | 200µm |
| 6008 | CP | 59 ⁰⁴ | 1 | L & V-R 2008: fig. 6I | |
| 5352 | " | 61 | 1 | Liao 2014: figs. 7.7I, J | 500µm |
| 5394 | LGA-I | 1a | 1 | Liao 2014: figs. 7.7K, L | 250µm |
| <i>Polygnathus costatus oblongus</i> | | | | | |
| 6166 | LGA | 168 | 1 | L & V-R 2013: fig. 7F Liao 2014: figs. 7.7M, N | 200µm Re-ilustrado |
| 6167 | " | " | 1 | L & V-R 2013: fig. 7G | 200µm |
| <i>Polygnathus cristatus cristatus</i> | | | | | |
| 5248 | Re | 56 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám.4, figs. 10, 13 | |
| 5278 | " | 55+260 ⁰⁰ | 1 | Liao 2014: fig. 7.7O | 500µm |
| 5999 | CP | 49 | 1 | L & V-R 2008: fig. 5M, N | |
| 5353 | " | 51 | 1 | Liao 2014: figs. 7.7P, Q | 200µm |
| 6168 | LGA | 216a ⁰⁶ | 1 | Liao 2014: fig. 7.7R, S | 250µm |
| 6169 | " | 219 ⁴⁸⁻⁵⁶ | 1 | Liao 2014: fig. 7.7T | 250µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus cristatus ectypus</i> | | | | | |
| 5279 | Re | 56 ⁰¹ | 1 | Liao 2014: fig. 7.8A | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|--------------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|-----------------------|
| 5354 | CP | 51 | 1 | Liao 2014: fig. 7.8B | 200µm |
| 5355 | " | 58b' ⁰² | 1 | Liao 2014: fig. 7.8C, D | 200µm |
| 6170 | LGA | 221 ₄₆₋₅₁ | 1 | Liao 2014: fig. 7.8E L & V-R 2013: fig. 7H | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus decorosus</i> | | | | | |
| 5249 | Re | 58 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám.4, fig. 11 | |
| 6134 | Bas | 3' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig.7.8F, G | 200µm |
| <i>Polygnathus dengleri dengleri</i> | | | | | |
| 5282 | Re | 56' ⁰¹ | 1 | L & V-R 2013: fig. 6B | 500µm |
| 5323 | " | 57' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig. 7.8H, I | 200µm |
| 5246, 5247 | " | 62 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 7-9, 12 | |
| 6171 | LGA | 219 ₂₂₅₋₂₄₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 7I Liao 2014: fig. 7.8J, K | 250µm Re-ilustrado |
| 6172 | " | 221' ⁰⁶ ₁₂₂₋₁₃₀ | 1 | L & V-R 2013a: fig. 7J | |
| 6135 | Bas | 1' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig.7.8L, M | 200µm |
| <i>Polygnathus dubius</i> | | | | | |
| 5283 | Re | 56' ⁰¹ | 1 | Liao 2014: fig.7.8N, O | 500µm |
| 5250-5251 | Re | 62 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 14, 18, 19 | |
| 5992 | CP | 45c | 1 | L & V-R 2008: fig. 5A | |
| 6099 | Amp | 5 | 1 | L & V-R 2012: figs. 6Y, Z | |
| 6104-6105 | " | 7 | 2 | L & V-R 2012: figs. 6X, AA, AB | |
| 6136 | Bas | 2' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig. 7.8P, Q | 200µm |
| <i>Polygnathus eiflius</i> | | | | | |
| 5265 | Re | -8 | 1 | Liao 2014: fig. 7.8R, S | 200µm |
| 5324 | Re | -5 | 1 | Liao 2014: fig. 7.8T, U | 200µm |
| 5234 | Re | 1 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 6, 8, 9, 13 | |
| <i>Polygnathus elengantulus</i> | | | | | |
| 6100-6101 | Amp | 7 | 2 | L & V-R 2012: figs. 7A-D | |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|--|---------|-------|---------|--|-----------------------|
| <i>Polygnathus furtivus</i> | | | | | |
| 5356 | CP | 62b | 1 | Liao 2014: figs. 7.8W, X | 200µm |
| 5357 | CP | 62b | 1 | Liao 2014: figs. 7.8Y, Z | 500µm |
| 6137 | Bas | 4'04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.8V | 500µm |
| <i>Polygnathus hemiansatus</i> | | | | | |
| 5325 | Re | -8 | 1 | Liao 2014: figs. 7.9A, B | 200µm |
| 5267 | " | -8 | 1 | Liao & V-R 2013: figs. 4Q, R | 200µm |
| 5326 | " | -7 | 1 | Liao 2014: figs. 7.9C, D | 200µm |
| 5327 | " | -5 | 1 | Liao 2014: figs. 7.9E, F | 200µm |
| <i>Polygnathus latifossatus</i> | | | | | |
| 5989-5990 | CP | 45c | 2 | L & V-R 2008: figs. 4O-T | 200µm |
| 5359 | " | 46b | 1 | Liao 2014: figs. 7.9M, N | 200µm |
| 5360 | " | 49 | 1 | Liao 2014: figs. 7.9O, P | 200µm |
| <i>Polygnathus limitaris</i> | | | | | |
| 5994 | CP | 46a | 1 | L & V-R 2008: fig. 5D | 200µm |
| 5361 | " | 46a | 1 | Liao 2014: figs. 7.9Q, R | 200µm |
| <i>Polygnathus linguiformis klapperi</i> | | | | | |
| 5228-5229 | Re | 19 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 2, figs. 25-28 | 500µm |
| 5971 | CP | 8base | 1 | L & V-R 2008: fig. 3B | 200µm |
| 5362 | " | 41a | 1 | Liao 2014: fig. 7.9S | 500µm |
| 5363 | " | 41a | 1 | Liao 2014: fig. 7.9T | 200µm |
| 5967 | LGA | 167 | 1 | Liao & V-R 2013: fig. 7M Liao 2014: figs. 7.9U, V | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus linguiformis linguiformis</i> | | | | | |
| 5219,20,21, 22,23 | Re | 1 | 5 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 2, figs. 5-13, 15-16 | 500µm |
| 5224 | " | 20 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 2, figs. 17-18 | 500µm |
| 5972 | CP | 7 | 1 | L & V-R 2008: figs. 3C, D | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|---------------------------|---------|--|-----------------------|
| 5364 | " | 42 | 1 | Liao 2014: figs. 7.9W, X | 200µm |
| 5395 | LGA | 174 | 1 | Liao 2014: figs. 7.9Y, Z | 200µm |
| <i>Polygnathus linguiformis mucronatus</i> | | | | | |
| 5276 | Re | 53 | 1 | Liao 2014: fig. 7.9AA | 200µm |
| 5984 | CP | 41a | 1 | L & V-R 2008: fig. 4E | 500µm |
| 5985 | CP | 41b | 1 | L & V-R 2008: fig. 4F | 200µm |
| 5365 | " | 48 | 1 | Liao 2014: fig. 7.9AB, AC | 200µm |
| 5366 | " | 48 | 1 | Liao 2014: fig. 7.9AD, AE | 200µm |
| 6176 | LGA | 201 _{15 cm inf} | 1 | L & V-R 2013: fig. 7N Liao 2014: figs. 7.10A, B | 100µm Re-ilustrado |
| 6185 | " | 214b _{10 cm sup} | 1 | L & V-R 2013: fig. 7O Liao 2014: fig. 7.10C, D | 250µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus linguiformis weddigei</i> | | | | | |
| 5328 | Re | 49 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10E, F | 200µm |
| 5970 | CP | -1 | 1 | L & V-R 2008: fig. 3A | 200µm |
| 5367 | " | 16 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10G, H | 200µm |
| <i>Polygnathus linguiformis</i> ssp. Liao y Valenzuela-Ríos | | | | | |
| 6177 | LGA | 171 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10I, J L & V-R 2013: fig. 7P | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus ljaschenkoi</i> | | | | | |
| 6106 | Amp | 2 | 1 | L & V-R 2012: figs. 6AC, AD | |
| <i>Polygnathus ordinatus</i> | | | | | |
| 5281 | Re | 56' ⁰¹ | 1 | no figurado | |
| 5329 | " | 56 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10K, L | 500µm |
| 5330 | " | 57' ⁰⁴ | 1 | Liao 2014: fig. 7.10M, N | 200µm |
| 5252-5253 | " | 62 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 15-17, 25 | |
| <i>Polygnathus ovatinodosus</i> | | | | | |
| 5368 | CP | 45c | 1 | Liao 2014: fig. 7.10O, P | 200µm |
| <i>Polygnathus pennatus</i> | | | | | |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|-----------------------------------|---------|---------------------------|---------|---|---------------|
| 5254 | Re | 62 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 20, 21 | |
| 6138 | Bas | 2'04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10Q | 200µm |
| 6139 | Bas | 3'04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10R, S | 200µm |
| <i>Polygnathus pseudofoliatus</i> | | | | | |
| 5331 | Re | -5 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10T, U | 200µm |
| 5266 | " | -5 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10V, W | 200µm |
| 5230,31,32, 33 | " | 1 | 4 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 1-5, 7, 10-1 | |
| 5235-5236 | " | 1 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 14-17 | |
| 5396 | LGA | 214C 8 cm sup | 1 | Liao 2014: fig. 7.10X, Y | 200µm |
| 6109 | Amp | 14a | 1 | L & V-R 2012: figs. 6AE, AF | |
| <i>Polygnathus pseudoeiflius</i> | | | | | |
| 5264 | Re | 04 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10Z, AA | 200µm |
| <i>Polygnathus rhenanus</i> | | | | | |
| 5243 | Re | 5 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 1-3 | 500µm |
| 5270 | " | 8 | 1 | L & V-R 2013: figs. 5C, D | 200µm |
| 5332 | " | 9'02 | 1 | Liao 2014: figs. 7.10AB, AC | 500µm |
| 5977 | CP | 5 | 1 | L & V-R 2008: figs. 3M, N | 200µm |
| 5978 | " | 14 | 1 | L & V-R 2008: figs. 3O, P | 200µm |
| 5369 | " | 14'02 | 1 | Liao 2014: fig. 7.10AD, AE | 200µm |
| <i>Polygnathus rugosa</i> | | | | | |
| 5255 | Re | 62 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, fig. 26 | 200µm |
| 5370 | CP | 59'02 | 1 | Liao 2014: figs. 7.10AF-AG | 200µm |
| 5397 | LGA | 221'06 ₁₂₂₋₁₃₀ | 1 | Liao 2014: figs. 7.11A-B | 250µm |
| 6140 | Bas | 2'04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11C-D | 200µm |
| <i>Polygnathus tafilensis</i> | | | | | |
| 5371 | CP | 60 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11E-F | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|------------------------|---------|---|-----------------------|
| 6178 | LGA | 221 ₁₉₅₋₂₀₀ | 1 | Liao 2014: figs. 7.11G-H | 200µm Re-ilustrado |
| 6141 | Bas | 4'04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11I-J | 200µm |
| <i>Polygnathus timorensis</i> | | | | | |
| 5244, 5245 | Re | 3 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 4-6 | 200µm |
| 5242 | Re | 10 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 24 | 200µm |
| 5973 | CP | 6 | 1 | L & V-R 2008: figs. 3E, F | 200µm |
| 5372 | " | 48 | 1 | Liao 2014: fig. 7.11K | 200µm |
| 6179 | LGA | 184 | 1 | L & V-R 2013: fig. 8B Liao 2014: figs. 7.11L-M | 100µm Re-ilustrado |
| 5398 | " | 189 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11N-O | 250µm |
| <i>Polygnathus varcus</i> | | | | | |
| 5240-5241 | Re | 55 | 2 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 20-21 | 200µm |
| 5333 | " | " | 1 | Liao 2014: figs. 7.11P-Q | 200µm |
| <i>Polygnathus webbi</i> | | | | | |
| 5257 | Re | 56 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 31-33 | 500µm |
| 5280 | " | 55+300'00 | 1 | Liao 2014: fig. 7.11T | 500µm |
| 5334 | " | 55+675'00 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11R-S | 200µm |
| <i>Polygnathus xylus ensensis</i> | | | | | |
| 5239 | Re | 11 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, fig. 23 | 200µm |
| 5335 | " | 12 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11U, V | 200µm |
| 5981 | CP | 7 ₇₀₋₉₀ | 1 | L & V-R 2008: fig. 3U | 500µm |
| 5373 | " | 44 ₁₀₋₁₆ | 1 | Liao 2014: figs. 7.11W, X | 200µm |
| <i>Polygnathus xylus xylus</i> | | | | | |
| 5237 | Re | 1 | 1 | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 3, figs. 18, 19 | 200µm |
| 5336 | " | 19 | 1 | Liao 2014: figs. 7.11Y, Z | 200µm |
| <i>Polygnathus</i> sp. A Liao y Valenzuela-Ríos | | | | | |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|------------------------|---------|--|-----------------------|
| 6107 | Amp | 1 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7E, F Liao 2014: figs. 7.11AC-AD | 200µm Re-ilustrado |
| 6108 | " | 2 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7G, H Liao 2014: figs. 7.11AA-AB | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus</i> sp. B Liao y Valenzuela-Ríos | | | | | |
| 6110 | Amp | 7 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7M, N Liao 2014: figs. 7.11AE, AF | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Polygnathus</i> sp. C Liao y Valenzuela-Ríos | | | | | |
| 5337 | Re | 44a | 1 | Liao 2014: figs. 7.11AG, AH | 200µm |
| <i>Schmidtognathus hermanni</i> | | | | | |
| 5993 | CP | 46a | 1 | L & V-R 2008: figs. 5B, C | 200µm |
| 5374 | " | 46a | 1 | Liao 2014: figs. 7.12A, B | 500µm |
| 6180 | LGA | 219 ₂₂₅₋₂₄₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 8C Liao 2014: fig. 7.12C | 250µm Re-ilustrado |
| 6111 | Amp | 12 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7I, J | 200µm |
| <i>Schmidtognathus peracutus</i> | | | | | |
| 5375 | CP | 46a | 1 | Liao 2014: fig. 7.12D | 200µm |
| 5376 | " | 46a | 1 | Liao 2014: fig. 7.12E | 200µm |
| <i>Schmidtognathus pietzneri</i> | | | | | |
| 5996 | CP | 46b | 1 | L & V-R 2008: figs. 5G, H Liao 2014: figs. 7.12F, G | 200µm Re-ilustrado |
| <i>Schmidtognathus</i> aff. <i>pietzneri</i> | | | | | |
| 5991 | CP | 46a | 1 | L & V-R 2008: figs. 4U, V | 200µm |
| 5995 | " | 46b | 1 | L & V-R 2008: figs. 5E, F | 200µm |
| 5377 | " | 46b | 1 | Liao 2014: figs. 7.12H, I | 200µm |
| <i>Schmidtognathus wittekindti</i> | | | | | |
| 5378 | CP | 49 | 1 | Liao 2014: figs. 7.12L-N | 200µm |
| 6181 | LGA | 219 ₂₂₅₋₂₄₀ | 1 | L & V-R 2013: fig. 8D Liao 2014: figs. 7.12J, K | 250µm Re-ilustrado |
| 6112 | Amp | 11 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7K, L | 200µm |
| 6113 | " | 13 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7O, P | 200µm |

| MGUV | Sección | Capa | Números | Publicados/ en prensa | Observaciones |
|---|---------|--------------------|---------|--|-----------------------|
| 6114 | " | 13 | 1 | L & V-R 2012: figs. 7Q, R | 200µm |
| <i>Skeletognathus norrisi</i> | | | | | |
| 5286 | Re | 56 | 1Pa | Liao 2014: figs.7.12O, P | 200µm |
| 5258 | " | 58 | 1Pa | Liao <i>et al.</i> 2001: lám. 4, figs. 22-24 | 100µm |
| 6005 | CP | 58b | 1Pa | L & V-R 2008: figs. 6C, D | 200µm |
| 6006 | " | 58b | 1Pb | L & V-R 2008: figs. 6E, F | 200µm |
| 5379 | " | 58b' ⁰⁴ | 1Pa | Liao 2014: figs. 7.12Q, R | 200µm |
| 5380 | " | 58b' ⁰⁴ | 1Pb | Liao 2014: figs. 7.12S, T | 200µm |
| 6182 | LGA-I | 1a | 1Pa | L & V-R 2013: fig. 8E Liao 2014: figs. 7.12U, V | 250µm Re-ilustrado |
| 5399 | " | 6b | 1Pa | Liao 2014: figs. 7.12W, X | 250µm |
| <i>Tortodus caelatus</i> | | | | | |
| 5271 | Re | 9' ⁰² | 1 | Liao 2014: figs. 7.12Y, Z | 500µm |
| <i>Tortodus kockelianus kockelianus</i> | | | | | |
| 5260 | Re | 04 | 1 | Liao 2014: figs. 7.12AA, AB | 200µm |
| 6183 | LGA | 178a | 1 | L & V-R 2013: fig. 8F | 100µm |
| <i>Tortodus aff. bultyncki</i> | | | | | |
| 5988 | CP | 46a | 1 | L & V-R 2008: figs. 4L-N | 200µm |
| <i>Tortodus trispinatus</i> | | | | | |
| 5274 | Re | 15 | 1 | Liao 2014: figs. 7.12AC-AE | 200µm |
| 5987 | CP | 45b | 1 | L & V-R 2008: figs. 4I-K | 200µm |
| 5400 | LGA | 200c | 1 | no figurado | 250µm |
| <i>Tortodus weddigei</i> | | | | | |
| 5275 | Re | 15 | 1 | Liao 2014: figs. 7.12AF, AG | 500µm |
| 5986 | CP | 41b | 1 | L & V-R 2008: figs. 4G, H | 200µm |

Abreviaturas: L & V-R: Liao & Valenzuela-Ríos; Liao 2014: Material listado en la tesis.

ANEXO II
CONTRIBUCIONES
CIENTÍFICAS INDEXADAS

LIAO & VALENZUELA-RÍOS 2013

BULLETIN OF GEOSCIENCES

The Middle and Upper Devonian conodont sequence from La Guardia D'Àres Sections (Spanish Central Pyrenees)

JAU-CHYN LIAO & JOSÉ I. VALENZUELA-RÍOS



The analysis of conodont faunas from the Comabella Formation at La Guardia d'Àres in the Spanish Central Pyrenees improves the biostratigraphical characterization of this stratum. Forty-seven taxa spanning from the Eifelian through the Lower Frasnian are identified and described. The lower part of the formation starts in the Eifelian *kockelianus* Zone. The Eifelian/Givetian boundary can be identified by the entry of the index taxon *Polygnathus hemiansatus*. The Givetian part of the section is tectonically disturbed, affecting mostly the confident recognition of the *rhenanus*/*varcus* and the Upper *varcus* zones. All other Givetian zones are identified either by the defining index taxa or by the characterizing taxa. The *Ancyrodella* sequence permits recognition of Lower Frasnian MN1–MN3 zones. Direct comparison with Boersma's data shows a strong chronostratigraphical discrepancy and their data are reinterpreted. • Key words: Middle Devonian, Lower Frasnian, conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees.

LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. 2013. The Middle and Upper Devonian conodont sequence from La Guardia D'Àres Sections (Spanish Central Pyrenees). *Bulletin of Geosciences* 88(2), 339–368 (8 figures). Czech Geological Survey, Prague. ISSN 1214-1119. Manuscript received February 22, 2012; accepted in revised form June 12, 2012; published online February 26, 2013; issued June 7, 2013.

Jau-Chyn Liao (corresponding author), Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid; c/ Antonio Novais 2, 28040 Madrid, Spain; jau.liao@uv.es • Jau-Chyn Liao & José I. Valenzuela-Ríos, Departamento de Geología, Universitat de València, c/Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot, Spain; jose.i.valenzuela@uv.es

Detailed work on Middle and early Upper Devonian strata from the Spanish Central Pyrenees carried out in the last decade has provided a detailed, conodont-based, Givetian and early Frasnian biozonation that can be correlated worldwide (Liao *et al.* 2001; Liao *et al.* 2008; Liao & Valenzuela-Ríos 2008, 2012; Gouwy *et al.* 2013). This biozonation is based in sections from three different subfacies areas (in the sense of Mey 1967): Section Renanué from Subfacies Renanué (Liao *et al.* 2001, 2008); Section Compte (Liao & Valenzuela-Ríos 2008) and Section Vil-lech (Gouwy *et al.* 2013) from Subfacies Compte, and Section Ampriú from Subfacies Sierra Negra (Liao & Valenzuela-Ríos 2012). In spite of the general wealth of the conodont record, each section shows intervals that are not as well characterized as desirable for fine biostratigraphical correlation. A solution to such problems is detailed analysis of as many sections as possible and to integrate the data into the Pyrenean network which is under construction.

One potential area for improving the current Pyrenean knowledge on the Devonian conodont sequence is the set of outcrops known as La Guardia d'Àres sections. The

major aims of this report are to document in detail the conodont sequence for the upper Eifelian to the early Frasnian strata from La Guardia d'Àres and to integrate these data into the Pyrenean and global networks. Additionally, a detailed study of the Givetian/Frasnian boundary is also pursued.

Geological setting

The La Guardia d'Àres outcrop area is located about 1.5 km east of the La Guardia d'Àres village, on the recently paved road connecting the valleys of the Segre and Noguera Pallaresa rivers between Navas de Segre and Gerri de la Sal (Fig. 1).

Boersma (1973) described this area for first time; he established the stratigraphical sequence and partially dated these rocks. He recognized the upper part of the Basibé Fm. (Lower Devonian), the Vil-lech Fm. (Lower to Middle Devonian), the three Members (A–C) of the Compte Fm. (Middle Devonian–Carboniferous) and the lowermost part of the overlying Bellver Fm. (Carboniferous).

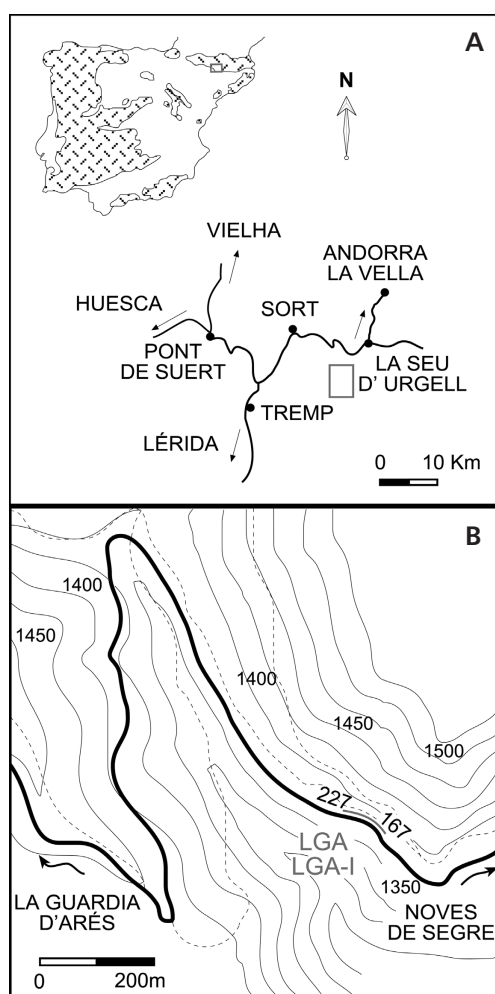


Figure 1. General (A) and detailed geographical setting of the La Guardia d'Àres section (LGA) in the Spanish Central Pyrenees (B). Numbers indicate the position of the lower (167) and the upper (227) Beds in LGA section. Section LGA-I is less than 2 m higher in the same hill at the position of the upper part of LGA.

The lower part of the section (Basibé and Villech formations) has already been studied (Martínez-Pérez *et al.* 2011). Herein, we will focus in the part corresponding to the Member A of the Compte Fm. that in current stratigraphic nomenclature is the Comabella Fm. According to Boersma (1973) this stratigraphical interval comprises from the *Polygnathus kockelianus* Zone (Eifelian) to the *P. asymmetricus* Zone (Frasnian). He was able to identify the Givetian *Icriodus obliquimarginatus* and *P. varcus* zones, but he failed in recognizing the Upper Givetian *hermanni* and *cristatus* zones, even though he identified *Schmidtognathus hermanni* in sample 132 (Boersma 1973, p. 318); he considered this record as belonging to the *P. varcus* Zone (Boersma, *op. cit.*)

We have been able to identify some of Boersma's sample numbers and they can be directly correlated with our sampling for data comparison and subsequent bio- and chronostratigraphical interpretation.

The studied part (Fig. 2) measures about 40 m thick and is composed of reddish-pinkish and light grey nodular and platy limestone; the lower beds are platy; beds in the middle parts are thicker and massive with wavy surfaces; in the upper part the limestone beds are thin again, but thicker than the lower part.

The detailed fieldwork carried out in the area shows that this section is tectonically affected and several minor faults and a fold hinder a continuous record. The detailed sampling was needed for checking the tectonically affected intervals.

Besides the main section (LGA), we have sampled an auxiliary parallel section (LGA-I) for better characterizing the Givetian-Frasnian interval. The relative position of these two sections is documented in Figs 1 and 2.

Results

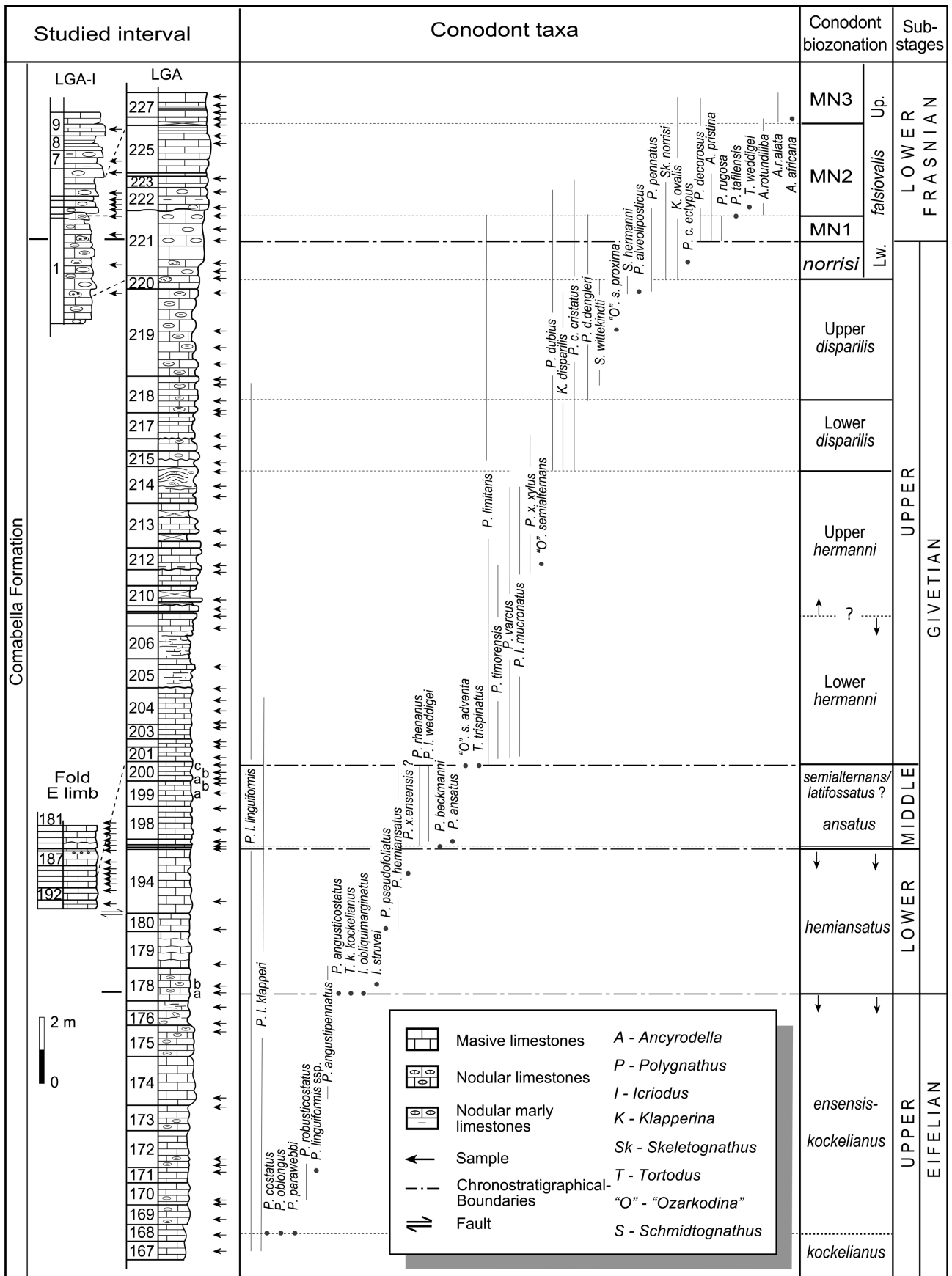
The conodont sequence allows assignation of the studied strata to a time span from the Eifelian to the Lower Frasnian and the identification of many of the main global conodont zones for this interval. Most data come from LGA section, but for the interval around the Givetian/Frasnian boundary an auxiliary section (LGA-I) was also studied.

LGA section

Eifelian (Fig. 3A)

The lower part of the LGA section is Eifelian in age, but a precise zonation cannot be established (Beds 167–179; Fig. 3A). The dominant taxon is *Polygnathus linguiformis linguiformis* that has an ample range spanning from the lower part of the Eifelian (*costatus* Zone) through the Middle Frasnian (MN 7 Zone). The presence of *P. l. klapperi* in the basal Bed (167) limits the age to the upper Eifelian *kockelianus* Zone. The last local records of *P. costatus* and *P. oblongus* in the Bed 168 correspond to the upper part of their ranges (*kockelianus* Zone). Another common taxon of the Eifelian part in LGA is *P. angustipennatus*, which records here correspond to the upper part of its range (Beds 174–179); the related taxon *P. angusticostatus* that according to Walliser & Bultynck (2011) is almost restricted to the Eifelian (*costatus*-base of *hemiansatus* zones), appears

Figure 2. Lithological columns of LGA and LGA-I sections with indication of the stratigraphy at the eastern limb of the fold, the conodont samples (arrows), the conodont distribution and the chronostratigraphical interpretation.



in sample 178a. *Icriodus struvei* (Bed 178b) mirrors the range of *P. angustipennatus*. The presence in sample 178a of *I. obliquimarginatus*, which ranges in Morocco from the base of the *hemiansatus* Zone (Walliser & Bultynck 2011, p. 17) suggests tentatively assignation of this Bed to the base of the *hemiansatus* Zone, and therefore, the beginning of the Givetian.

In brief, the Eifelian is represented in Beds 167–177 and they belong to the two upper Eifelian conodont zones, *kockelianus* and *ensensis*, but the position of the boundary cannot be recognized. Therefore, we grouped all these beds under the comprehensive *kockelianus-ensensis* term.

Givetian

Lower Givetian: *hemiansatus* Zone (Fig. 3A). – The Givetian starts with the entry of *I. obliquimarginatus* in sample 178a. The lowest record of the index taxon *P. hemiansatus* is delayed (Bed 180). *P. pseudofolius* is also recorded from this bed. The upper part of this bed is tectonically disrupted by a normal fault. The rocks outcropping above this fault depict a fold that comprises strata from the Lower *varcus* to the Lower *hermanni* zones. Due to the biostratigraphical interest of this section and the tectonical disruption at this point, both limbs of the fold were sampled for a detailed checking of the strata age. The results are grouped into west and east limbs respectively (Fig. 3). The sample numbering of the western limb comprises Beds 195 to 201, while those from the eastern limb are, in stratigraphical order, from Bed 193 (older) to 181 (younger; the fold limb is not inverted, just the numbering is reversed).

Western limb:

Middle Givetian: *ansatus* Zone (Fig. 3A). – Bed 195 does not have a definitive age, as the only record is the long-ranging taxon *P. l. linguiformis*. Bed 196 yielded *P. rhenanus* and *P. beckmanni*; the former starts in the *rhenanus/varcus* Zone, but the latter does not appear before the *ansatus* Zone; consequently these records are interpreted as belonging to the Middle Givetian *ansatus* Zone. The index of this zone (*P. ansatus*) enters in the overlying bed (197); samples 196 and 197 are separated by only 4 cm. *Polygnathus l. linguiformis*, *P. l. klapperi* and the lowest local record of *P. l. weddigei* complete the conodont diversity of Bed 197.

Upper Givetian: *hermanni* Zone (Fig. 3A). – The association of *Tortodus trispinatus* and *P. limitaris* in sample 200c suggests that it belongs to the Lower *hermanni* Zone as the upper known range of the former does reach beyond the Lower *hermanni* Zone and the range of the latter starts at the *hermanni* Zone. The association of *P. l. mucronatus* and “*Ozarkodina*” *sannemanni adventa* in the overlying

bed (201), permits assignation of this bed to the Lower *hermanni* Zone, as well. The uppermost range of the former taxon is known from the *hermanni* Zone and the latter starts in this zone. Other taxa from this bed, *P. l. linguiformis*, *P. l. klapperi* and *P. varcus*, have longer ranges.

In summary, Beds 195 to 201 in the west limb of the fold cover an interval from the Middle Givetian *ansatus* Zone to the Upper Givetian Lower *hermanni* Zone, but only these two zones are identified. The *semialternans/latifossatus* Zone that shall be located between them has not been identified and has to be found in some place between samples containing the index and characterizing conodonts mentioned above (197 and 200c respectively).

Eastern limb:

Middle-Upper Givetian: *ansatus*-Upper *varcus*-*hermanni* zones (Fig. 3B). – *Polygnathus l. linguiformis* is present in all samples of this limb. The lowest sample (193) yielded *P. rhenanus*, which has a restricted range from the *rhenanus/varcus* Zone to the uppermost part of the *ansatus* Zone; but Aboussalam (2003) extends its range into the *semialternans/latifossatus* Zone. Lack of definitive records from Beds 192–191 does not allow greater precision. However, the identification of the *hermanni* Zone (see below) in Bed 189, which lays 60 cm above Bed 193, hints at a tentatively position of Bed 193 within the upper part of the *P. rhenanus* range, probably in the *ansatus* Zone, but definitive evidence is pending.

The *hermanni* Zone could be identified in Bed 189 by the presence of “*O.*” *sannemanni adventa*, which globally starts in this zone. However, there are records of two taxa that do not fit well with this interpretation. Also in Bed 189 *P. hemiansatus* and *P. rhenanus* are recorded; both taxa normally disappear within the Upper *varcus* Zone or earlier (*P. rhenanus*, see above); therefore, their joint occurrence with conodonts indicative of the younger *hermanni* Zone is puzzling. Records of the overlaying beds (188–181) do not help to sort out this uncertainty.

Upper Givetian: *hermanni*-*norrisi* Zones (Figs 4, 5).

***hermanni* Zone (Fig. 4).** The LGA section continues from the western limb upward, and consequently the numbering follows this order, being the next sample from Bed 202. The yields of the next 8 m thick set of beds (202–214b) is dominated by *P. l. linguiformis*, and *P. l. klapperi*, the upper range of the later, which last occurs in Bed 204, ends either in the *hermanni* Zone or in the succeeding *disparalis* Zone. Other common taxa in this interval, *P. xylus xylus*, *P. varcus*, and *P. timorensis*, have larger ranges that hinder further precision. The spotty occurrences of taxa with more restricted ranges, such as *P. l. mucronatus* (Bed 214b) and “*O.*” *semialternans* (Bed 212), only

| Conodont biozonation | Eifelian | | | | | | | | | | | | | | | | | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--------------------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|------------------------|-------------|----------|--|--|
| | kockelianus | | kockelianus | | | | Bo(20) | | Bo(21) | | ensensis | | | | | | hemiansatus | | | | F | | | ansatus | | Bo(25) | | | | semial/latifos.? | | Lw herm. | | |
| Bed/samples | 167 13-25 | 168 0-9 | 169 15-25 | 170 0-10 | 170 10-19 | 171 12 cm. top | 172 4-16 | 173 7 cm. top | 174 3-25 | 175 13-15 cm. top | 176 0-20 | 176 ⁰⁶ 9-58 | 177 0-18 | 177 ⁰⁶ 2-5 | 178a 13-66 | 178b 33-47 | 178b ⁰⁶ 3-24 | 179 ⁰⁶ 5-24 | 179 ⁰⁶ 0-12 | 180 0-10 | 180 ⁰⁴ 5-24 | 180 ⁰⁶ 2-2 | 195 9-98 | 196 13-8 | 197 10-3 | 199a 4-8 | 199b 1-62 | 200a 10-12 | 200b 10-11 | 200c 9-10 cm top | 201 0-15 | | | |
| Sample weight (kg) | 2.8 | 4.4 | 2.65 | 3.4 | 2.65 | 5.28 | 8.35 | 4.1 | 7.52 | 2.52 | 4.92 | 9.58 | 4.3 | 2.5 | 13.66 | 3.24 | 3.28 | 5.24 | 6 | 5.9 | 2.2 | 3.38 | 9.98 | 13.8 | 10.3 | 4.8 | 1.62 | 2.92 | 2.8 | 6 | | | | |
| Ramiforms | | | 3 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | |
| P. costatus | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. oblongus | | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. robusticostatus | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. parawebbi | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. angustipennatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. angusticostatus | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. I. linguiformis | 3 | 6 | | 2 | 2 | | 3 | 2 | 3 | 3 | 7 | 1 | 3 | 3 | 2 | 8 | 7 | 3 | 3 | 12 | 10 | 5 | 6 | 6 | 3 | 8 | 11 | 2 | 5 | 7 | 12 | | | |
| P. I. klapperi | 1 | | | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 3 | | 1 | 2 | | | | |
| P. I. weddigei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. linguiformis ssp. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. k. kockelianus | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. struvei | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. obliquimarginatus | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. hemiansatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| P. pseudofoliatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| P. rhenanus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. varcus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | |
| P. ansatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. I. mucronatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | |
| "O"s. adventa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| T. trispinatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| P. beckmanni | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| P. limitaris | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Number of elements | 4 | 11 | 3 | 6 | 2 | 0 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 4 | 3 | 29 | 10 | 10 | 6 | 13 | 12 | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 14 | 2 | 6 | 11 | 22 | | | | |

Figure 3. Distribution of conodont species and richness in LGA section from the *kockelianus* to the Lower *hermanni* Zone. • A indicates the sequence on the western limb above the fault (F). • B corresponds to the eastern limb of the fold. Bo (19–25) indicates the position of the Boersma (1973) samples.

| B | Conodont biozonation | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------|--------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|------|-------------|-------------------|-----|------|------|-----|------|---------------------|------|------|-----|
| | | ansatus-semial/tatiffossatus ? | | | | | Bo(24) Lower hermanni | | | | | | | | | | | | |
| Bed/samples | 193 0-20 | 192 13 cm top | 191 14-18 | 190 ⁰⁶ 10-14 | 190 10-14 | 189 ⁰⁶ top | 189 top | 188 | 187 0-10 | 186 ⁰⁶ | 186 | 185 | 184 | 183 | 182 | 181 10 cm top | 181b | 181 | |
| Sample weight (kg) | 6 | 2.88 | 5.44 | 1.5 | 2.36 | 5.11 | 3.6 | 2.32 | 5.42 | 5.48 | 2.5 | 3.24 | 7.68 | 7.5 | 8.14 | 11.96 | 2.4 | 1.58 | 4.8 |
| Ramiformes | | | | 5 | 4 | | | | 3 | | | | | | | | | 5 | |
| P. l. linguiformis | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 16 | 14 | 7 | 12 | 12 | | 1 | 5 | 5 | 36 | 7 | 16 | 6 | 15 |
| P. l. weddigei | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| P. l. klapperi | | | | | 1 | 2 | | | | | 1 | | 1 | | 2 | | | | |
| P. timorensis | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | |
| P. hemiansatus | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| P. rhenanus | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| P. varcus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. x. ensensis | | | | | | 1? | | | | | | | | | | 2 | | 1 | |
| P. ansatus | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| "O". s. adventa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number of elements | 2 | 1 | 4 | 8 | 11 | 20 | 16 | 9 | 15 | 12 | 1 | 1 | 6 | 8 | 36 | 9 | 18 | 6 | 21 |

| Conodont biozonation | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | Lower <i>hermanni</i> | | | | | | Bo(27) | | | | Bo(28) | | | | Upper <i>hermanni</i> ? | | | | | | Lower <i>disparilis</i> | | | | | | | |
| Bed/Sample | 202a 5-9 | 202a ⁰⁶ 5-9 | 202b ⁰⁶ 10-13 cm top | 203 ⁰⁶ 3-11 cm top | 204 ⁰⁶ 5-17 | 204 ⁰⁶ 17-23 | 204 ⁰⁶ 24-37 | 204 ⁰⁶ top | 205 ⁰⁶ 12 cm top | 205 ⁰⁶ 12 cm top | 206 ⁰⁶ 6 cm top | 207 ⁰⁶ 10 cm top | 208 ⁰⁶ | 209 ⁰⁶ 7 cm top | 210 ⁰⁶ | 211 ⁰⁶ | 212 ⁰⁶ 0-22 | 212 ⁰⁶ 0-22 | 213a ⁰⁶ | 213a ⁰⁶ | 213b ⁰⁶ | 214a ⁰⁶ 10 cm top | 214b ⁰⁶ 10 cm top | 214c ⁰⁶ 8 cm top | 216a ⁰⁶ 0-20 | 216a ⁰⁶ | 216b ⁰⁶ | |
| Sample weight (kg) | 2.38 | 3.4 | 2.4 | 2.52 | 5.68 | 3.72 | 6.94 | 3.96 | 3 | 2.35 | 3.18 | 3.98 | 3.32 | 2.56 | 12.1 | 3.06 | 2.64 | 3.4 | 3 | 8.44 | 10.41 | 4.4 | 6.5 | 6.7 | 3 | 7.24 | 3.52 | 5.5 |
| <i>Ramiformis</i> | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | 2 |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 3 | 4 | 2 | 1 | | | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 5 | | 1 | 5 | 3 | 10 | 3 | 8 | 7 | | | | | | | |
| <i>P. l. klapperi</i> | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | | | | | | | | | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | 1? | | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. pseudofoliatulus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>P. l. mucronatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| "O". <i>semialternans</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | |
| <i>P. c. cristatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 1? | 1 | 2 |
| <i>K. disparilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 |
| Number of elements | 4 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 5 | 1 | 2 | 8 | 3 | 14 | 3 | 8 | 7 | 2 | 2 | 7 | 1 | 1 | 4 | 5 |

Figure 4. Distribution of conodont species and richness in LGA section from the Lower *hermanni* Zone to the Lower *disparilis* Zone. Bo (27, 28) indicates the position of the Boersma (1973) samples.

indicates that Bed 214b is not younger than the *hermanni* Zone.

disparilis Zone (Figs 4, 5A). The record of *Klapperina disparilis* in Bed 214c identifies the base of the *disparilis* Zone. In the lower part of the zone, specimens of this taxon in several beds, and of *P. dubius* and *P. cristatus cristatus*, are common. In this part of the section is the

lowest local (delayed) record of *P. limitaris* in the basal part of Bed 218. The entry of *P. d. dengleri* in the middle part of Bed 218 permits identification of the Upper *disparilis* Zone, and therefore the recognition of the twofold Lower and Upper subdivision of the *disparilis* Zone. In the upper part of Bed 218 is noteworthy the local entry of *Schmidthognathus wittekindti*. In the lower part of the overlying bed (219) the single occurrence of "*O.*" *s. proxima* is registered.

| Conodont biozonation | Givetian | | | | | | | | | | | | | | | | | Frasnian | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------|------|-------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|--------|---------|---------|-------------------|-----------|--------------------------|-----|------|-------|--------------------------|-------------------|---------|---------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|--------|------|-----|--|
| | Lower <i>disparilis</i> | | | Upper <i>disparilis</i> | | | | | | | | | | Lower <i>falsiovalis</i> | | | | Upper <i>falsiovalis</i> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Bo(30) | | | | | Bo(31) | | | | | norrisi ? | | | | MN1 | | | Bo(32) | | | | | MN2 | | | | MN3 | |
| Bed/Sample | 217a | 217b | 218 | 218 | 218 ⁰⁶ | 218 | 218 ⁰⁶ | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 ⁰⁶ | 220 | 220 ⁰⁶ | 221 | 221 | 221 | 221 | 221 ⁰⁶ | 221 | 221 | 222 | 222 ⁰⁶ | 222 | 223 | 225 | 226 | 227b | | | |
| | 0-25 | 15 cm top | 8-30 | 45-52 | 45-52 | 78-88 | 78-88 | 48-56 | 84-90 | 108-120 | 225-240 | 225-240 | 17 cm top | 17 cm top | 3-8 | 8-16 | 46-51 | | 122-130 | 122-130 | 152-160 | 195-200 | 10-16 | 10-16 | 56-62 | | top | Bo(33) | | | |
| Sample weight (kg) | 5.6 | 9.92 | 5.08 | 2.68 | 4.58 | 2.64 | 4.9 | 2.46 | 4.24 | 3 | 7.08 | 5.24 | 4 | 3.96 | 7.8 | 3.62 | 4.12 | | 3.76 | 3.51 | 1.14 | 5.06 | 4.76 | 5.2 | 4.96 | 5.28 | 10.4 | 5.72 | 7.08 | | |
| Ramiforms | 20 | | | 2 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | |
| P. l. linguiformis | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. x. xylus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "O".s. proxima | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. dubius | | | | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 | 6 | 3 | 5 | | | | 14 | 8 | 4 | 2 | | | | | | | |
| P. pennatus | | | | | | | | | | | | 6 | 1 | 3 | | 2 | 2 | | | 2 | 5 | 5 | 6 | | | | | | | | |
| S. hermanni | | | | | | | | | | | 2 | 5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S. wittekindti | | | | | | 1 | | | | | 4 | 6 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| P. c. ectypus | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| P. c. cristatus | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | | | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| P. d. dengleri | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| P. limitaris | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | 10 | | | | | | | | | |
| P. alveoliposticus | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K. ovalis | 2 | | | | | | 3 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 5 | | | |
| K. disparilis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. decorosus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. rugosa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. tafilensis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancyrodella sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. pristina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. rotundiloba | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. r. alata late form | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. africana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number of elements | 24 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 7 | 24 | 4 | 13 | 8 | 6 | 9 | 5 | 8 | 3 | 41 | 17 | 15 | 3 | 3 | 8 | 12 | 11 | | | |

A

B

| Conodont biozonation | Giv. | | Lower Frasnian | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|------|-------------------|------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|------------------|------|------|
| | Lw fals. | | Upper falsiovalis | | | | | | | | | | |
| | <i>norrisi</i> | | MN1 | | MN2 | | | MN3 | | | | | |
| Bed/Sample | 1a | 1b | 1c | 1c ⁰⁶ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6a | 6b | 6b ⁰⁶ | 7 | 9a |
| Sample weight (kg) | 4.8 | 4.56 | 2.3 | 5.34 | 2.7 | 5.66 | 2.7 | 2.7 | 5.02 | 6.5 | 3.1 | 3.43 | 4.75 |
| <i>Ramiforms</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | 2 | 5 | 32 | 2 | 6 | 3 | 6 | 4 | 4 | | 2 | 3 | 5 |
| <i>P. pennatus</i> | 4 | 4 | 25 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | | | 4 |
| <i>P. d. dengleri</i> | | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>P. limitaris</i> | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>P. collieri</i> | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sk. norrisi</i> | 1 | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>A. pristina</i> | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| <i>A. rotundiloba</i> | | | | 2 | | | | | | | | | |
| <i>A. r. alata</i> late form | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Number of elements | 8 | 10 | 58 | 7 | 12 | 9 | 13 | 11 | 10 | 3 | 4 | 4 | 10 |

Figure 5. A – distribution of conodont species and richness in LGA section from the Lower *disparilis* Zone to the MN3. Bo (30, 31) indicates the position of the Boersma (1973) samples.
• B – distribution of conodont species and richness in LGA-I section from the *norrisi* Zone to the MN Zone 3.

norrisi Zone (Fig. 5A, B). The uppermost Givetian *norrisi* Zone cannot be definitively identified by means of the index taxon at the LGA section. However, the physical continuity of strata with the nearby LGA-I section, which contains *Skeletognathus norrisi*, permits tentative assignment of the lower part of Bed 221 (lower 51 cm of a 200 cm thick bed), and probably the upper half of Bed 220 (the upper 17 cm of a 42 cm thick bed) to the *norrisi* Zone.

The record of *P. alveoliposticus* in the uppermost 15 cm of Bed 219 can either belong to the *disparilis* or to the *norrisi* Zone as proposed by Bardashev (1992). The record of *P. d. dengleri* in the middle part of Bed 218 indicates the Upper *disparilis* Zone, which also supports the extension of *P. alveoliposticus* higher than the Lower *disparilis* Zone, but whether or not the LGA record belongs to the Upper *disparilis* or to the *norrisi* Zone cannot be tested by means of critical conodonts.

Frasnian (Fig. 5A)

Lower Frasnian: MN1–MN3 zones (Fig. 5A). – The beginning of the Frasnian, and therefore of the Upper Devonian Series, is placed 122 cm above the base of Bed 221 with the

lowest record of *Ancyrodella pristina*, corresponding to MN Zone 1. The sequential entries of *Ancyrodella* taxa permit recognition of the three lower zones (MN 1–MN 3) according to the Montagne Noire zonation (Klapper 1989). MN Zone 2 starts 195 cm above the base of Bed 221 with the entry of *A. rotundiloba*. The entry of *A. r. alata* late form at the top of Bed 225 identifies the base of MN Zone 3. Within this zone is the entry of *A. africana* in Bed 226.

LGA-I section

The adjacent very short auxiliary section LGA-I (220 cm) was sampled in order to better characterize the Givetian/Frasnian boundary. As this section shows some physical continuity with the LGA section, the projection of data would help in location of the G/F boundary in the LGA section.

Uppermost Givetian: *norrisi* Zone (Fig. 5B)

The lowest sample (1a) yielded *Sk. norrisi* together with *P. pennatus* that has narrow stratigraphical ranges around the G/F interval as well as *P. dubius*. The following sample

(1b) yielded *P. limitaris*, a taxon that also has an upper range limited to the *norrissi* Zone or perhaps into the basal Frasnian.

Lower Frasnian: MN1–MN3 zones (Fig. 5B)

The Frasnian is identified in sample 1c by the presence of *A. pristina*; this sample belongs to MN Zone 1. MN Zone 2 starts in Bed 2, which yielded the entry of *A. rotundiloba*. The sequence of entries of the genus *Ancyrodella* continues with the record of *A. r. alata* late form in sample 6b, which indicates the beginning of MN Zone 3. This record matches the previous sequence described for LGA section, but the lithological correlation between both sections suggests that the taxon enters slightly earlier in LGA-I, as the Bed 6b equivalent is placed below the top of Bed LGA 225.

Comparison with Boersma's results

In his pioneering work, Boersma (1973) studied with certain detail the section La Guardia d'Àres, a long section spanning from the Lower Devonian through the Lower Carboniferous; the interval between his samples 118 and 133 (Boersma 1973, fig. 8, table 2) largely corresponds with our LGA section. Boersma assigned the strata where samples 118–125 were taken to the Villech Fm.; however, we include these beds in the overlying Comabella Fm., which is the equivalent of his Compte A Member (see Montesinos & Sanz-López 1999, Valenzuela-Ríos & Sanz-López 2002). Therefore, the boundary between the Villech and Comabella Fms is shifted down about 20 m according to thicknesses inferred from his lithological column (Boersma 1973, fig. 8). Many of his field numbers were recognised, and therefore a direct comparison with our results is possible. Boersma dated the interval we studied herein as Eifelian–upper Givetian and he recognized the following conodont zones established by Wittekindt (1965) in ascending order (table 2): *Icriodus corniger* (samples 118, 119), *Spathognathodus bidentatus* (120, 121), *Polygnathus kockelianus* (122–129), *Ic. obliquimarginatus* (130, 131) and *Po. varcus* (132–134). According to the leading zonation in Boersma's times, the three first zones comprised the whole Eifelian and the last two the Givetian (table 14).

The first of Boersma's numbered beds identified in the field was 119 that correspond with our Bed 172, which belongs to the upper Eifelian *kockelianus* or *ensensis* zones. Samples 120 and 121 would also fall within this interval. Our interpretation will place these samples slightly higher than the age attributed by Boersma, as he traced the base of the *kockelianus* Zone with his sample 122, which documents the lowest record of the taxon recorded by Boersma. Our yields lowered the lowest record of this taxon by about 1 m. The next number recognized in the field was 124, that

corresponds to Bed 187 on the eastern limb of the fold. Boersma placed this sample in the *kockelianus* Zone, but our records indicate the *hermanni* Zone. This is a major discrepancy with his interpretations; the next record also reproduces this discrepancy. His number 125 corresponds to Bed 198 in the western limb of the fold. Sample 125 was also placed within the Eifelian *kockelianus* Zone; however, our records indicate the *ansatus* Zone for Bed 198. Number 126 was not identified, but numbers 127 and 128 were. Boersma placed these three samples within the Eifelian *kockelianus* Zone. Sample 127 corresponds to our Bed 204 and sample 128 to Bed 207; both beds are within the *hermanni* Zone. Sample 129 was not identified. Sample 130, the lowest sample considered by Boersma as Lower Givetian (*Ic. obliquimarginatus* Zone) corresponds to Bed 218, which is Upper *disparilis* Zone. Sample 131 was also assigned to the *Ic. obliquimarginatus* Zone; its corresponding bed in our section (Bed 219) is *norrissi* Zone. The last two Boersma samples recognized in our LGA section (132 and 133) were placed in the Givetian *P. varcus* Zone. Sample 132 correlates with our Bed 221, which is Lower Frasnian MN Zone 2; sample 133 correlates with Bed 226 that belongs to MN Zone 3.

Summary

The detailed sampling of La Guardia d'Àres sections yielded a conodont record of 47 taxa that encompasses a late Eifelian–Early Frasnian age for this part of the Comabella Formation, permitting the recognition of most of the Givetian and the lower three Frasnian zones. Furthermore, a direct comparison with the pioneer Boersma's sampling shows discrepancy with his interpretations.

The lowest biostratigraphical unit belongs to the Eifelian *kockelianus* Zone; its upper boundary (*ensensis* Zone) could not be identified. This lower part, termed *kockelianus-ensensis*, is represented in Beds 169–177. The base of the Givetian is correlated with a level situated between 20–33 cm above the base of Bed 178, which yielded the entry of *I. obliquimarginatus*. The delayed entry of the defining taxon, *P. hemiansatus*, is at the base of Bed 180. The sequence on the western limb of the fold comprises up to the Lower *hermanni* Zone, but only the *ansatus* Zone and the Lower *hermanni* Zone can be identified by means of conodonts. The conodont sequence on the eastern limb does not provide better information, as records are still puzzling and the Middle Givetian zones cannot be discriminated. The beginning of the *hermanni* Zone is identified in the uppermost 10 cm of Bed 200 (sample 200c) with the presence of *P. limitaris*; this zone extends to the Bed 214b. The base of the overlying *disparilis* Zone starts at Bed 214c with the entry of the defining taxon *Klapperina disparilis*. The entry of *P. d. dengleri* in the middle part of Bed 218

allows recognition of the twofold subdivision (Lower and Upper) of the *disparilis* Zone. Basal beds (1a and 1b) of section LGA-I yielded *Skeletognathus norrisi* below the first *Ancyrodella*, characterizing the uppermost Givetian *norrisi* Zone. In section LGA, the physical continuity of strata combined with conodont yields pointed at a position of this zone between the upper half of Bed 220 and the lower part of Bed 221 (up to 51 cm above the base). The entry of *A. pristina* 122 cm above the base of Bed 221 (section LGA) and in Bed 1c (section LGA-I) indicates the beginning of the Frasnian; this taxon also serves to recognize MN Zone 1. The successive occurrences of *A. rotundiloba* and *A. r. alata* late form permit identification of MN2 and MN3 zones.

Direct comparison with Boersma's data allows some modifications of his interpretations. The most important are: 1) shifting downwards, by about 20 m, the boundary between the Villech and Comabella Fms.; 2) including his samples 118–121 in the *kockelianus* Zone; 3) most of the samples he assigned to the *kockelianus* Zone (122–129) are of Middle or Upper Givetian age; 4) the samples 130 and 131 that were assigned by Boersma to the Lower Givetian (*I. obliquimargiantus* Zone) are placed in the Upper Givetian (Upper *disparilis* and *norrisi* zones); 5) the samples 132 and 133 that Boersma assigned to the *varcus* Zone, belong to the Frasnian MN2 and MN3 zones.

The record of *P. tafiensis* in the uppermost 5 cm of Bed 221 extends the stratigraphical range of the taxon to the MN2 Zone and represents the first record outside Morocco.

Systematic palaeontology

132 limestone conodont samples were collected (Figs 3–5); they were dissolved in dilute formic acid (6–8 %). The insoluble residue was then, decanted and only a sieve of 1.25 mm was used to separate larger fragments from the finer fraction. The residue smaller than 1.25 mm was dried and hand-picked utilizing a microscope. Selected specimens were photographed with a Philips 30XL Scanning Electron Microscope; photographs were digitally produced and saved.

All specimens are deposited at the Museum of Geology, University of València MGUV. Only “Pa” and “T” elements are described.

Genus *Ancyrodella* Ulrich & Bassler, 1926

Ancyrodella pristina Khalymbadzha & Chernysheva, 1970

Figure 6A, B

- 2002 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970. – García-López & Sanz-López, pl. 2, figs 21, 22 (renamed from the holotype of *Ac. isabelae*)

- 2007 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970. – Aboussalam & Becker, p. 364, figs 9K, L, O, P.
2007 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970. – Aboussalam & Becker, fig. 9M, N.
2007 *Ancyrodella rotundiloba* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970. – Over, fig. 11.18.
2008 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970. – Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 2, 3 and 7; tab. 1C; fig. 6J (further synonymy).
2008 *Ancyrodella binodosa* Uyeno, 1967. – Ovnatanova & Kononova, p. 1080, pl. 26, fig. 3.
2010 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970. – Gouwy, pp. 113, 114, pl. 10, figs 6a, b (see further synonymy).

Material. – Nine specimens from beds LGA221_{122–130}(2), LGA221_{195–200}(3), LGA-I/1c(1), LGA-I/2(1), LGA-I/5(1), LGA-I/6b⁰⁶(1). Figured specimens: LGA221_{195–200}(2), MGUV6150–6151.

Description. – Pa element upper side: asymmetrical platform with triangular outline; acute, straight to sub-rounded lobes. Platform length equal or slightly longer than the blade. Anterior carina with 5–7 elliptic denticles, wide spaced and decreasing in size anteriorly. Slightly curved posterior carina, composed of 4–5 rounded to oval nodes, close spaced; some of them, fused. Posterior lobe ornamented by one row, one each side, of aligned nodes, which are sub-parallel to the carina and small nodes disposed close to the margins that are less numerous. Secondary lobes, with straight or rounded anterior margins; the outer is slightly asymmetrical. Pa element lower side: moderate basal pit, cross-shaped slightly stretched, located on the anterior part of the platform; it has projected flanges as in *A. binodosa*. Straight and narrow anterior keel and slightly bent posterior keel, which is wider (near to the pit) than the anterior one. Secondary keels poor to well developed, forming an angle close to 180°, that do not reach the ends of the lobe margins.

Remarks. – Traditionally, the species is considered as one of the early ancyrodellids forms. In the 1980's, Klapper (1985) named it as *A. rotundiloba* early form and, subsequently, Sandberg *et al.* (1989) re-used the name *A. pristina*, which previously was coined by Khalymbadzha & Chernysheva (1970). Both concepts are used herein. The main characteristics of *A. pristina* are: 1) a lanceolate to sub-triangular platform-outline with rounded or straight anterior margins; 2) a simple ornamentation consisting of two large nodes, one on each side of the carina and few small nodes in the margins; 3) a longer free blade and 4) medium size, “T” shaped, basal cavity. Sandberg *et al.* (1989: 211) distinguished three morphotypes on the bases of the lateral lobe margins shape. Our specimens show only two forms: M1 and M2.

Both specimens illustrated here are considered as mature forms of *A. pristina*; but one of them (Fig. 6A) is characterized by having a sub-rectangular shaped basal cavity, somewhat stretched; the angle formed by the outer secondary and main carinae is approximately 110°.

Stratigraphical distribution. – *A. pristina* is restricted to the Lower *falsiovalis* Zone; in terms of the Montagne Noire conodont zonation (Klapper 1989), it ranges from MN 1 to MN 2 zones (Lower Frasnian).

***Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper 1966**

Figure 6C, D

- *1966 *Ancyrodella rotundiloba alata* n. sp., Glenister & Klapper, pp. 799, 800, pl. 85, figs 1–8; pl. 86, figs 1–4.
- 1968 *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper, 1966. – Pollock, p. 420, pl. 61, figs 2, 3.
- 1974 *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper, 1966. – Uyeno, p. 24, pl. 1, figs 3, 7.
- 1985 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Klapper, p. 27, pl. 4, figs 1–8; pl. 5, figs 1–16; pl. 6, figs 1–12; pl. 7, figs 1–11; pl. 8, fig. 8; text-fig. 3K, L, O–R.
- 1985 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Bardashev & Ziegler, p. 76, pl. 2, fig. 27.
- 1986 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Bultynck, pp. 276, 277, pl. 1, figs 10, 11.
- 1989 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant, 1921). – Ji, p. 316, pl. 3, figs 10–13.
- 1989 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Sandberg *et al.*, p. 222, pl. 2, figs 7, 8; pp. 226, pl. 4, figs 8, 10, 11.
- 1989 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Vandelaer *et al.*, p. 239, pl. 1, figs 2a, b.
- 1991 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Uyeno, p. 158, pl. 4, figs 4–6.
- 1992 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Bardashev, pp. 82, 83, pl. 11, figs 33–36.
- 1993 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Racki & Bultynck, pl. 9, figs 1–4.
- 1994 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Bai *et al.*, 161, pl. 2, figs 1–3.
- 1994 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Weary & Harris, p. 224, pl. 2, figs 11–14.
- 1995 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Hüneke, p. 124, pl. 2, fig. 9.
- 2003 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Over *et al.*, p. 222, pl. 1, figs 16, 17.
- 2007 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Over, figs 11.15–17.
- 2008 *Ancyrodella alata* Glenister & Klapper, 1966. – Ovnanova & Kononova, pp. 1079, 1080, pl. 26, figs 4, 5.

Material. – Eight specimens from beds LGA225top(2), LGA226(1), LGA227b(4), LGA-I/6(1). Figured specimens: LGA225top(2), MGUV6152–6153.

Description. – Pa element upper side: Slightly asymmetrical, alate platform outline. Rounded to straight lobes. Platform length half to two thirds of blade length. Slightly inclined anterior carina, composed of 6–7 oval to rounded denticles, which are partly fused at their bases, free tips, and connected by a weak ridge; straight posterior carina with 4–6 oval to rounded nodes, partly fused or single, and wide spaced; the carina decreases in size posteriorly. Secondary carina with 2–4 rounded nodes, separated or partly fused, decreasing in size to the margins. Outer secondary carina longer than inner. Platform ornamented by 2 or 3 rows of rounded nodes, decreasing in size to the margins and running sub-parallel to the carina. Pa element lower side: medium size, rhombic basal pit; anterior keel slightly bent and posterior straight. Fine secondary keels moderately well developed, ending before the crimp. Inner keel, curved anteriorly; outer, straight laterally to slightly curved posteriorly. Anterior and inner keels form an acute angle; secondary keels angle, about 100 to 120°.

Remarks. – *A. rotundiloba alata* is characterized by a strongly alate platform outline and by the typical development of secondary keels, where the inner keel is lateral-anteriorly directed, but the outer one is laterally or latero-posteriorly directed. The figured specimens (Fig. 6C, D) show typical features of this species, fine and well developed secondary keels with straight and asymmetrical anterior margins, and the high number of nodes. The presence of relatively numerous nodes, small basal pit, and non-cruciform aspect of our specimen suggest close relation to the “stratigraphically higher forms” of the Montagne Noire (see Klapper 1985, p. 27). All our specimens belong to Klapper’s late form. The specimens figured by Uyeno (1974, pl. 1, figs 3, 7; 1991, pl. 4, fig. 4) show a shorter development of the keels, specially the outer one that does not reach beyond the middle of the lobe. Also these Canadian specimens have comparatively larger secondary lobes with more marked “alate” development.

Stratigraphical distribution. – This species ranges from the *falsiovalis* to the *transitans* zones (Sandberg *et al.* 1989). In terms of MN zones, this taxon ranges from MN 2 to MN 4 zones.

***Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant, 1921)**

Figures 6E, F

- 1921 *Polygnathus rotundilobus* sp. nov. Bryant, pp. 26, 27, pl. 12, figs 1–6.
- 1986 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – García-

- López, pp. 64, 65, pl. 1, figs 6–10; fig-text. 11 (includes synonymy).
- 1989 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – Sandberg *et al.*, pp. 212, 213, pl. 2, figs 5, 6, 9, 10; pl. 3, figs 1–9; text-fig. 2, figs 8–10 (further synonymy).
- 1993 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – Ji & Ziegler, p. 54, pl. 1, fig. 4, text-fig. 7, fig. 8; text-fig. 8, fig. 2.
- 1994 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – Weary & Harris, pl. 2, figs 7, 8, 15–21; text-figs 5–8.
- 1994 *Ancyrodella rotundiloba* late form (Bryant, 1921). – Kirchgasser, pl. 2, figs L, M, Q, R.
- 1994 *Ancyrodella rotundiloba* early form (Bryant, 1921). – Kirchgasser, pl. 2, figs G, H.
- 1995 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – Hünecke, pl. 2, figs 7, 8.
- 2004 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – Izokh *et al.*, pl. 2, figs 4, 5.
- 2008 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921). – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 7, figs 6Q, R.
- 2008 *Ancyrodella soluta* Sandberg *et al.*, 1989. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 7, figs 6K–P.
- 2010 *Ancyrodella soluta* Sandberg *et al.*, 1989. – Gouwy, p. 114, pl. 10, figs 5a, b and 9a, b.

Material. – 19 Pa elements from Beds LGA221_{195–200}(1), LGA222_{56–62}(1), LGA222_{10–16}(1), LGA225_{top}(5), LGA226(6), LGA-I/2(2), LGA-I/6b⁰⁶(1), LGA-I/7(1), LGA-I/9a(1). Figured specimens: LGA221_{195–200}, MGUV6154 and LGA222_{10–16}, MGUV6155.

Description. – Pa element upper side: symmetrical platform with sub-triangular outline, and rounded or slightly straight lobes. Platform slightly longer than blade. Ornamentation gap between blade and carina. Slightly bent to straight anterior carina, composed of 5–8 elliptic denticles, laterally compressed and increasing in height anteriorly; straight posterior carina with 6–9 oval to rounded nodes, individualized and close spaced that decrease in size posteriorly. Secondary carinae bear 2–4 elliptic to oval nodes, partly fused, and decreasing in size to the margins. Platform ornamentation consists of isolated to partly fused nodes, which are radially arranged from an intersection point between the secondary and main carinae. Pa element lower side: rhombic basal pit of moderate size. Slightly bent anterior keel and straight posterior; secondary keels incipiently to well developed; inner keel anteriorly or laterally curved; outer keel laterally directed or slightly curved posteriorly. The angle formed between inner and anterior keels is more than 60°; incipient secondary keels angle between 150–180°.

Remarks. – The presence of an ornamentation gap between the blade and the carina is a typical feature of *A. rotundiloba*, *A. rugosa* and *A. r. alata* “early” form.

The secondary keels of *A. rugosa* are more anteriorly directed, forming an angle of about 100–120° and the platform bears more nodes.

The sub-triangular platform outline and the incipient development (or even lacking) of secondary keels in *A. rotundiloba* contrast with alate platform and clear secondary keels of *A. r. alata*.

The high number of nodes on the platform of the partly broken specimen (Fig. 6E) resembles *A. rugosa*. However, because of the poor development of the anteriorly directed inner- and laterally directed outer secondary keels, this specimen is included in *A. rotundiloba* “late” form. The rest of specimens from LGA can clearly be classified as *A. rotundiloba* “late” form.

Stratigraphical distribution. – From the beginning of the Middle *falsiovalis* Zone into the *punctata* Zone (Ji & Ziegler 1993). In our material *An. rotundiloba* ranges from the base of MN Zone 2 to the lower half of MN Zone 3.

Genus *Icriodus* Branson & Mehl, 1938

Icriodus struvei Weddige, 1977

Figure 6G

- 1977 *Icriodus struvei* Weddige sp. nov., pp. 296, 297, pl. 2, figs 21, 22.
- 1995 *Icriodus struvei* Weddige, 1977. – Sanz-López, p. 442, pl. 23, figs 12, 13; pl. 25, figs 7–10.
- 2002 *Icriodus struvei* Weddige, 1977. – García-López & Sanz-López, p. 172, pl. 1, figs 4, 17.
- 2010 *Icriodus struvei* Weddige, 1977. – Gouwy, pp. 118, 119, pl. 4, fig. 11.
- 2011 *Icriodus struvei* Weddige, 1977. – Walliser & Bullynck, p. 17, pl. 4, figs 9, 10.

Material. – Two specimen from bed LGA178b_{33–47}; figured specimen MGUV6156.

Description. – “I” element upper side: slightly biconvex, tear-shaped spindle, with narrow margins anteriorly and wide posteriorly. Straight to curved middle row consisting of 9–10 elliptic to rounded denticles of different sizes and connected by a weak longitudinal ridge; the two more anterior denticles are higher and partly fused at the base, and their free tips are either rounded or sharp. The two more posterior middle rows denticles increase slightly in size with reclined cusp and convex posterior margin. Lateral rows consists of 6–7 denticles; last row denticles connected by a weak transversal ridge; denticles of the two anterior lateral rows are slightly posterior to corresponding middle row denticles. Two anterior transversal rows more spaced than

posterior ones. I element lateral side: both ends of the unit higher than the central part. Middle row higher than lateral rows. I element lower side: symmetrical basal cavity, narrow at the anterior half and wide posteriorly. Rounded and broad posterior margin.

Remarks. – The spindle of *I. struvei*, *I. obliquimarginatus* and *I. difficilis* are slightly tear shaped; the lower number of denticles on the posterior middle row and the absence of the inner spur distinguish *I. struvei* from the other two.

Stratigraphical distribution. – According to Weddige (1977, p. 297), this species ranges from the middle part of the *costatus* Zone through the lower half of the *ensensis* Zone. Other authors, Belka *et al.* (1997), Mawson & Talent (1989), extend the lower range to the base of the *costatus* Zone, and Bultynck (2003, p. 297) extends the range up to the base of the *hemiansatus* Zone. According to Gouwy & Bultynck (2003, p. 327), the range of *I. struvei* starts in the upper part of the *partitus* Zone and reaches the base of the *ensensis* Zone.

The specimens from Bed LGA178b_{33–47} belong to the uppermost Eifelian.

Genus *Klapperina* Lane, Müller & Ziegler, 1979

Klapperina disparilis (Ziegler & Klapper, 1976)

Figure 6H, I

- 1976 *Palmatolepis disparilis* n. sp. Ziegler & Klapper, p. 119, pl. 1, figs 18–22, 24–31.
- 1980 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper, 1976. – Johnson *et al.*, pp. 100, 101, pl. 3, fig. 40.
- 1984 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper, 1976. – Kim *et al.*, pl. 24, figs 5, 6.
- 1985 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper, 1976. – Ziegler & Wang, p. 20, tab. 1, pl. 2, fig. 20; pl. 3, figs 1, 3, 4.
- 1989 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Wang, p. 73, pl. 37, fig. 4.
- 1992 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Bardashev, pl. 7, figs 5, 7–10, 12–14, 19, 21.
- 1992 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Ji *et al.*, p. 102, pl. 3, figs 15, 16.
- 1993 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Racki & Bultynck, pl. 6, figs 6a, b.
- 1994 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Bai *et al.*, p. 166, pl. 25, figs 3–7.
- 1995 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Sanz-López, p. 519, pl. 31, figs 14, 15.
- 1999 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Lazreq, p. 66, pl. 2, figs 6, 7, 10, 11.

2007 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Over, p. 1197, figs 3, 11.14 & 11.15.

2008 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 8, figs 5K, L, Q, R.

2010 *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). – Gouwy, pp. 120, 121, pl. 9, figs 7a, b (see further synonymy).

Material. – 13 specimens from beds LGA214c(3), LGA216a⁰⁶(2), LGA216b(2), LGA217a(2), LGA218⁰⁶_{78–88}(3), LGA219_{48–56}(1) and LGA219⁰⁶_{225–240}(1). Figured specimens: LGA218⁰⁶_{78–88}(1), MGV6157 and LGA219_{48–56}(1), MGV 6158.

Description. – Pa element upper side: asymmetrical, oval-shaped platform with rounded anterior and sharp posterior margins. Maximum width between the end of the first third and the anterior half. Blade/platform ratio 1 : 5. Short free blade, consists of 3–4 oval denticles of similar height, partly fused at the bases and free at the tips. Carina straight anteriorly and slightly curved posteriorly, bears 7–10 oval to rounded denticles, partly fused (most anterior) and increasing in size posteriorly. Common ornamentation consists of transversal rows of fine nodes; some specimens with wider platform develop elongated nodes at the margins. Outer platform wider than inner. Shallow and wide anterior troughs. Pa element lateral side: most of the flat specimens show a high carina and a free blade. A few specimens exhibit slightly higher platform margins. Pa element lower side: medium size, L-shaped basal pit located near the mid point. Outer flange more developed than inner. Anterior keel, narrow close to the basal pit, but widens anteriorly; posterior keel wide near the basal pit that narrows posteriorly.

Remarks. – Both figured specimens are broken (Fig. 6H, I); however, the combination of an ornamentation pattern consisting of random arrangement of the fine nodes in the central part and coarser nodes in the anterior margins, a slightly curved carina with an increasing denticles size and a distinctive L-shaped basal cavity permits assignment to *K. disparilis*.

Klapperina disparilis has a poor development of the platform lobe and fine nodes on the upper side in contrast with that of *K. disparalvea*, which is characterized by greater platform development and coarser nodes; furthermore, the outer flange of *Kl. disparalvea* is considerably larger.

Stratigraphical distribution. – According to Ziegler & Wang (1985) the highest range of this species reaches to the *norrisi* Zone, but Wang (1994) expands its range up to the lower half of the *transitans* Zone. Our specimens range from the base of the *disparilis* Zone to the top of the Upper *disparilis* Zone.

***Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964)**

Figure 6J

- 1957 *Polygnathus dubia dubia sensu* Bischoff & Ziegler, pl. 1, figs 1, 2.
- 1981 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper, 1964. – Huddle, p. B26, pl. 7, figs 23–26; pl. 8, figs 10, 13; pl. 16, figs 23–25.
- 1985 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper, 1964. – Ziegler & Wang, p. 20, table 1, pl. 3, fig. 6.
- 1986 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper, 1964. – Hou *et al.*, pp. 40, 41, pl. 8, figs 1–3, 8–12.
- 1989 *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler & Klapper, 1964. – Wang, p. 103, pl. 37, figs 5–7.
- 1991 *Mesotaxis asymmetricus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Ovnatonova & Kuzmin, pl. 1, figs 6a, b.
- 1992 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). – Bardashev, p. 74, pl. 7, figs 15, 17, 18, 20, 22, 23, 29, 30, 31, 35; pl. 10, figs 21, 24–26.
- 1992 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). – Ji *et al.*, p. 102, pl. 3, figs 17, 18.
- 1994 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). – Bai *et al.*, p. 166, pl. 25, figs 9–11.
- 2001 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). – Liao *et al.*, p. 42, pl. 4, figs 27, 28 (see further synonymy).
- 2004 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*, 1989. – Izokh *et al.*, p. 94, text-fig. 3; pl. 1, fig. 2.
- 2008 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 6, tab. 1C, fig. 5S.
- 2008 *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). – Ovnatonova & Kononova, pp. 1082, 1083, pl. 25, figs 2, 3.

Material. – Seven specimens from beds LGA220_{17cm sup}(1), LGA226(1) and LGA227b(5). Figured specimen: LGA226, MGV6159.

Description. – Pa element upper side: symmetrical to slightly asymmetrical platform, oval to leaf shape with rounded to sharp anterior margins. Maximum width located between the end of the first third and the anterior half. Pointed posterior end. Blade/platform ratio 1 : 5. Short free blade, consists of 3 oval denticles, partly fused at their bases, the two anterior denticles are higher. Carina is slightly bent at the anterior and straight at the posterior end; composed of 7–10 oval denticles, partly fused (most anterior) at their bases, sharp free tips; their size and spacing increase posteriorly. Platform ornamented by transversal rows or irregular arrangement of fine nodes, which can cover total or partly the oral surface; some specimens show fused nodes at the platform margins. Shallow and wide anterior throughs. Pa element lateral side: all specimens are flat and downwards arched; high free blade. Pa element lower side: slightly asymmetrical, medium size, oval to tear shaped

basal pit, located between near the end of the first anterior third and the anterior half. Outer flange more developed than inner. Slightly bent and narrow anterior keel; wide posterior keel near to the pit that narrows posteriorly.

Remarks. – The oval outline, the distribution of fine nodes in the external part, and symmetrical basal pit near the half length of the platform are typical characteristics of *K. ovalis*.

The broken specimen (Fig. 6J) has a short free blade, a straight carina that reaches the posterior end, and well developed keels; the unit is slightly arched in lateral view.

K. ovalis has a smaller basal pit and more symmetrical labial expansions than *K. unilabius*.

In contrast with *M. falsiovalis*, the basal pit of *K. ovalis* is located in a more posterior position.

Our material is closer to the North-African and European forms and differ clearly from Asiatic specimens, which have a markedly larger basal cavity.

Stratigraphical distribution. – According to Ziegler & Sandberg (1990), *K. ovalis* appears in the *disparilis* Zone and extends to the *hassi* Zone.

Genus *Ozarkodina* Branson & Mehl, 1934

We use the concept of *Ozarkodina* according to the restricted sense of Murphy *et al.* 2004; in order to avoid creation of new genera at this state of knowledge, we use quotation marks for the specimens referred herein to *Ozarkodina* to stress that they are not true *Ozarkodina* and that in future works new genera will have to be established for them.

***“Ozarkodina” sannemanni adventa* (Pollock, 1968)**

Figure 6K

- 1968 *Spathognathodus sannemanni adventa* n. subsp.; Pollock, p. 439, pl. 63, figs 22, 24, 25.
- 1985 *Ozarkodina* aff. *proxima* (Pollock, 1968). – Ziegler & Wang, pl. 2, fig. 2.
- ?1992 *Ozarkodina sannemanni adventa* (Pollock, 1968). – Bardashev, p. 68, pl. 4, fig. 40.
- 2007 *Oz. sannemanni adventa* (Pollock, 1968). – Aboussalam & Becker, pp. 349–352, 354, tables 1–5, fig. 8R.

Material. – Two specimens from beds LGA201_{15cm inf.} and LGA189top. Figured specimen: LGA189top, MGV6160.

Description. – Pa element upper side: elongated and laterally compressed unit. Anterior blade higher than posterior. Only the outer platform is developed. Carina straight or slightly bent to the anterior and slightly bent posteriorly; it consists of 15–16 rounded to oval denticles, fused at their

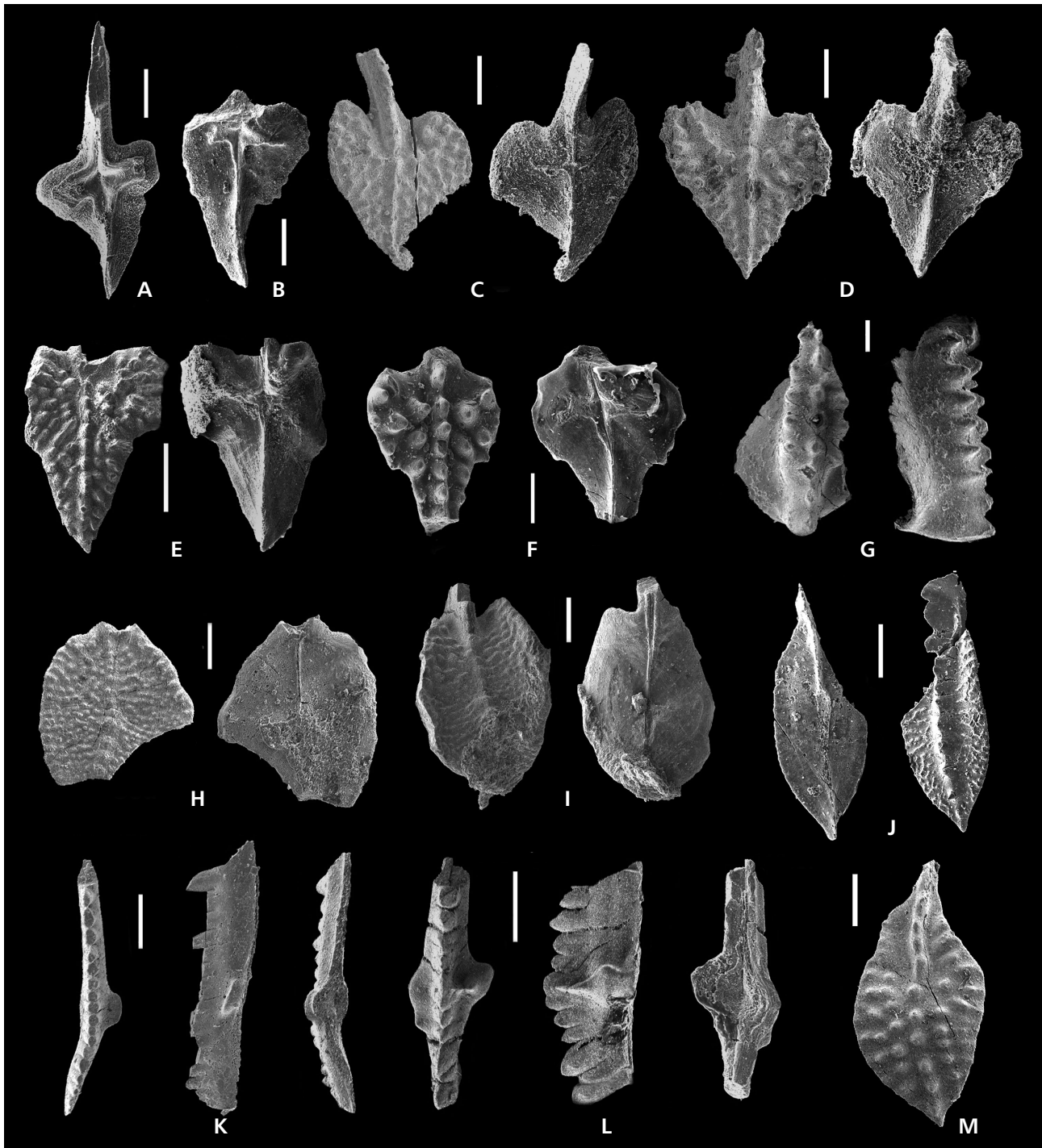


Figure 6. All scale bars are 200 μm , except G, L (= 100 μm) and E (= 500 μm). • A, B – *Ancyrodella pristina* Khalymbadzh & Chernysheva, 1970. A – lower view of MGV6150; B – lower view of MGV6151; both specimens from Bed LGA 221_{195–200}, MN Zone 2. • C, D – *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister & Klapper, 1966. C – lower and upper views of MGV6152; D – upper and lower views of MGV6153; both specimens from Bed LGA 225_{top}, MN Zone 3. • E, F – *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant, 1921). E – upper and lower views of MGV6154, Bed LGA221_{195–200}, MN Zone 2; upper and lower views of MGV6155, Bed LGA 222_{10–16}, MN Zone 2. • G – *Icriodus struvei* Weddige, 1977. Upper and lateral views of MGV6156, Bed LGA 178b_{33–47}, *kockelianus-ensensis* Zone. • H, I – *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976). H – upper and lower views of MGV6157, Bed LGA 218_{78–88}, Upper *disparilis* Zone; I – upper and lower views of MGV6158, Bed LGA 219_{48–56}, Upper *disparilis* Zone. • J – *Klapperina ovalis* (Ziegler & Klapper, 1964). Lower and upper views of MGV6159, Bed LGA 226, MN Zone 3. • K – “*Ozarkodina*” *sannemanni adventa* (Pollock, 1968). Upper, lateral and lower views of MGV6160, Bed LGA 189_{top}, Lower *hermanni* Zone. • L – “*Ozarkodina*” *sannemanni proxima* (Pollock, 1968). Upper, lateral and lower views of MGV6161, Bed LGA 219_{108–120}, Upper *disparilis* Zone. • M – *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968. Upper view of MGV6162, Bed LGA219_{225–240}, Upper *disparilis* Zone.

bases and sharp or partly fragment at their tips. The most anterior three to four denticles are slightly larger than the posterior ones. Outer platform lobe has an ear-shaped outline. Pa element lateral side: palisade denticles decrease in size posteriorly. Pa element lower side: asymmetrical basal cavity, with only one incipient lateral expansion. Open, wide and deep grooves, parallel-sided that narrow to both ends.

Remarks. – “*Ozarkodina*” *sannemanni adventa* is characterised by a lateral incipient lobe on one or both sides with sub-rounded and symmetrical outline, and an anterior or posterior inflexion.

Our specimens develop only an outer lateral lobe without denticles as in Fig. 6K, but specimens from Morocco may have two symmetrical lateral lobes.

Stratigraphical distribution. – According to Bardashev (1992), the first occurrence of this subspecies is within the *disparilis* Zone and ranges to the basal Frasnian; but Aboussalam & Becker (2007) extend the range from the base of the *hermanni* to MN Zone 2 Zone; Narkiewicz & Bultynck (2010), extended the range up to the *punctata* Zone (which corresponds to MN Zone 5).

“*Ozarkodina*” *sannemanni proxima* (Pollock, 1968)

Figure 6L

- 1968 *Spathognathodus sannemanni proximus* n. subsp.; Pollock, pp. 439–440, pl. 63, figs 8, 9, 12, 13, 18, 19.
- 1992 *Ozarkodina sannemanni proxima* (Pollock, 1968). – Bardashev, p. 68, pl. 4, figs 41, 42.
- 2003 *Ozarkodina sannemanni proxima* (Pollock, 1968). – Aboussalam, p. 173, pl. 24, figs 11, 12.
- 2007 *Ozarkodina sannemanni proxima* (Pollock, 1968). – Aboussalam & Becker, tables 1, 2, 4, 5; figs 8P, Q.
- 2010 “*Ozarkodina*” *sannemanni proxima* (Pollock, 1968). – Gouwy, p. 125, pl. 9, fig. 4.

Material. – Only one specimen from sample LGA219_{108–120}, MGUV6161.

Description. – Pa element upper side: elongated and laterally compressed unit. Straight blade with two lateral asymmetrical platform lobes. The carina consists of at least 10 rounded to oval denticles of irregular size, fused only at the bases; sharp free tips. Sub-trapezoidal shaped outer platform lobe with two nodes of different size, the outer larger. Rounded, smooth inner platform lobe, narrower but longer than outer; posterior lobe margin reaches further than the outer one. Pa element lateral side: high blade of irregular, palisade big denticles. Conspicuous cusp, but not the highest denticle. The second to last denticle seems to be the highest, most of posterior denticles

are reclined. Subtle ledge at the base of anterior denticles. Pa element lower side: asymmetrical and deep excavated basal cavity. Wide, parallel-sided anterior groove and narrow posterior.

Remarks. – The different development of the lateral lobes and the presence of at least one denticle on the outer lobe are diagnostic characteristics to distinguish “*O.*” *sannemanni proxima* from others subspecies.

Stratigraphical distribution. – According to Pollock (1968), this subspecies ranges from the *hermanni* to the *transitans* zones.

Genus *Polygnathus* Hinde, 1879

***Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968**

Figure 6M

- 1968 *Polygnathus alveoliposticus* n. sp. Orr & Klapper, pp. 1073, 1074, pl. 139, figs 10–18.
- 1971 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968. – Orr, p. 46, pl. 4, figs 6–8.
- 1981 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968. – Huddle, p. B25, pl. 6, figs 8–14; pl. 7, figs 9–10?
- ?1982 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968. – Klug, p. 16, pl. 1, figs 26–28.
- 1992 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968. – Bardashev, p. 42, text-fig. 4, pl. 11, figs 27, 28.
- 2003 *Polygnathus alveoliposticus* Orr & Klapper, 1968. – Aboussalam, p. 175, pl. 16, figs 7, 8.

Material. – Only one specimen from sample LGA219_(225–240), MGUV6162.

Description. – Pa element upper side: Oval shaped and slightly asymmetrical platform. Total length double the width. Free blade absent or very short. Sharp anterior and posterior ends. Anterior part of carina slightly sigmoidal consisting of five oval denticles, which are close spaced. Posterior part, carina slightly curved with seven rounded and wide spaced denticles. Platform covered by coarser and rounded nodes, which are mainly situated in the posterior half, and thinner and rounded nodes or short transversal ridges at the margins. Pa element lateral side: the unit is flat-convex. Pa element lower side: basal pit partly covered by matrix; approximately located at the middle half.

Remarks. – This species is characterised by its oval shaped outline, a very short free blade, a slightly curved carina and two longitudinal row of nodes, on each side, at the posterior part and transversal nodes situated at the inner and anterior part of the platform. The figured specimen (Fig. 6M)

has a carina consisting of oval narrow denticles at the anterior part and rounded and spaced denticles at the posterior part; the platform of specimen MGV6162 has fewer nodes than the holotype. The unit is slightly arched downwards.

The basal pit of *M. falsiovalis* is located more anteriorly (at the first third part of the unit); in comparison the nodes are larger and regularly arranged in *P. alveoliposticus*.

Stratigraphical distribution – According to Klug (1982), this species is recorded from the middle part of the *ansatus* Zone to the Lower *disparilis* Zone; but Bardashev (1992), extended its ranges up to the Lower *falsiovalis* Zone. Our specimen corresponds to the *norrisi* Zone.

***Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966**

Figure 7B

- *1966 *Polygnathus angusticostatus* n. sp. Wittekindt, p. 631, pl. 1, figs 15–18.
- 1970 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Bultynck, p. 123, pl. 16, figs 1–3, 6.
- 1981 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Sparling, pp. 309, 311, pl. 1, figs 13, 14–18, 21–23.
- 1982 *Parapolygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Uyeno *et al.*, p. 30, pl. 1, figs 26–28, 35–41.
- 1983 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Sparling, p. 854, fig. 13Z.
- 1984 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Kim *et al.*, pp. 75, 76, pl. 23, fig. 8.
- 1985 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Ziegler & Wang, p. 30, pl. 1, fig. 31.
- 1985 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Bultynck, p. 282, pl. 7, fig. 21.
- 1985 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Schönlaub, p. 361, pl. 5, figs 9, 10.
- 1990 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Lazreq, p. 68, pl. 2, figs 8, 9.
- 1990 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Bardashev, pp. 34, 35, pl. 5, figs 13, 14, 21, 24.
- 1992 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Bardashev, p. 39, tables 4.3, 5, 9, 10, pl. 2, figs 29, 31.
- 1995 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Sanz-López, pp. 483, 484, pl. 21, figs 10, 11; pl. 24, fig. 3.
- 2003 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Benfrika & Bultynck, p. 212, pl. 1, fig. 11.
- 2003 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Pyle *et al.*, pp. 106, 107, tables 1, 2, pl. 2.
- 2004 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Gouwy, p. 90, pl. 3, fig. 7.
- 2010 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Gouwy, p. 133, pl. 4, figs 6, 7, 9 (further synonymy).
- 2011 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Walliser & Bultynck, p. 13, pl. 2, figs 3, 4.

Material. – Two specimens from Bed LGA178a(2). Figured specimen: MGV6164.

Description. – Pa element upper side: oval to sub-triangular shield-shaped, symmetrical platform with rounded outline. Maximum width at the middle of the unit. Posterior end slightly sharp. Broken free blade. Straight carina with 8–10 rounded to oval denticles, decreasing in size to the posterior. The platform bears marginal nodes or short transversal ridge. Shallow and wide adcarinal troughs. Pa element lateral side: flat unit, downwards arched. Pa element lower side: Small oval-shaped basal pit located at the anterior part of the platform. Posterior keel straight.

Remarks. – The specimen MGV6164 (Fig. 7B) is assigned to *P. angusticostatus* by the combination of short transversal ridges, shallow adcarinal troughs, a low carina and a small basal pit.

Polygnathus angusticostatus has shorter and marginal transversal ridges and shallower and wider adcarinal troughs than *P. robusticostatus*.

Polygnathus angustipennatus has a reduced platform, its maximum width is generally located at the anterior margin, long anterior blade and shorter posterior one, narrow and deep adcarinal troughs; high carina that decreases to the posterior and a large basal pit. All these characters permit distinction from the closely related species *P. angusticostatus*.

Stratigraphical distribution. – According to Walliser & Bultynck (2011), *P. angusticostatus* ranges from the *costatus* Zone and reaches to the base of the *hemiansatus* Zone.

***Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957**

Figure 7A

- *1957 *Polygnathus angustipennatus* n. sp. Bischoff & Ziegler, p. 85, pl. 2, fig. 6; pl. 3, figs 1–3.
- 1966 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Wittekindt, p. 631, pl. 1, fig. 14.
- 1970 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Bultynck, p. 124, pl. 17, figs 3–6; pl. 18, fig. 1.
- 1971 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. – Orr, p. 47, pl. 4, figs 12–17.
- 1980 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Xiong, p. 89, pl. 27, figs 1–3.
- 1981 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Sparling, pp. 311, 312, pl. 1, figs 10–12, 19, 20, 24.
- 1985 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Schönlaub, p. 361, pl. 4, figs 21–25.
- 1989 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Wang, pp. 101, 102, pl. 34, figs 3, 4.
- 1990 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Lazreq, p. 68, pl. 2, figs 5–7.

- 1992 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Bardashev, pp. 36, 44, 46, 47, tables 4.1, 6, 7, 9, 10; pl. 2, figs 18–24.
- 1995 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Sanz-López, p. 484, pl. 21, fig. 9.
- 2003 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Benfrika & Bultynck, p. 212, pl. 1, fig. 12.
- 2010 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Gouwy, pp. 133, 134, pl. 4, figs 5, 8 (further synonymy).
- 2011 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. – Walliser & Bultynck, p. 13, pl. 2, figs 5a, b.

Material. – Nine Pa elements from beds LGA174_{3–25}(1), LGA175_{13–15}(1), LGA177_{18 cm inf.}(1), LGA178a(2), LGA179_{0⁶12 cm inf.}(3). Figured specimen LGA178a (1), MGV6163.

Description. – Pa element upper side: oval to triangular-shaped, symmetrical and short platform. In complete specimens the length ratio between free blade and platform plus posterior end is about 2 : 5. Straight anterior free blade; sharp and slightly curved posterior end. High anterior carina with 5 or 6 oval denticles. Low posterior carina with 9 rounded denticles. Deep adcarinal troughs and fine nodes alternate with short transversal ridges on the lateral margins. Pa element lateral side: flat unit slightly arched. Pa element lower side: large basal pit located at the first third of the platform. Deep, parallel-sided, narrow posterior basal groove.

Remarks. – The broken figured specimen (Fig. 7A) mainly preserves the posterior part of the platform with a high carina, a narrow and long posterior end, and marginal nodes and short transversal ridges.

Polygnathus angustipennatus shares with *P. trigonicus* a sub-triangular platform outline, but the former has a very narrow and short platform with a simple ornamentation; in contrast, the latter, has larger platform that bears a well developed ornamentation.

For a comparison with the closely similar *P. angusticostatus*, see under the latter.

Stratigraphical distribution. – According to Walliser & Bultynck (2011), *P. angustipennatus* ranges from *australis* to *ensensis* zones.

***Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976** Figure 7C

- *1976 *Polygnathus ansatus* n. sp. Ziegler & Klapper (in Ziegler *et al.*), pp. 119, 120, figs 11–26.
- 1983 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Klapper & Barrick, p. 1237, figs 12L, M, O, P, R–U.

- 1984 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Kim *et al.*, pl. 24, fig. 4.
- 1986 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – García-López, p. 87, pl. 11, fig. 23; pl. 12, figs 1–13 (see further synonymy).
- 1988 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Sparling, p. 15, fig. 18.12.
- 1992 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Bardashev, text-figs 5.4, 5.5, 8, pl. 5, figs 23, 27.
- 1994 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Bai *et al.*, p. 175, pl. 22, figs 11, 12.
- 1995 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Sanz-López, pp. 484, 485, pl. 30, figs 8, 9.
- 1998 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Narkiewicz & Narkiewicz, pl. 1, figs 3, 4.
- 1998 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Narkiewicz & Narkiewicz, p. 216, table 1, pl. 1, figs 3, 4.
- 1999 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Lazreq, p. 75, pl. 1, fig. 17.
- 1999 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Sparling, p. 899, figs 3.30–3.33.
- 2003 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Aboussalam, p. 176, pl. 15, figs 1–6.
- 2008 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 8, fig. 3K, L (with synonymy).
- 2010 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. – Narkiewicz & Bultynck, table 2, 5, 6, figs 4A–E, G, K.

Material. – Two specimens from beds LGA189_{15–16} and LGA197. The figured specimen belongs to Bed LGA197, MGV6165.

Description. – Pa element upper side: asymmetrical and slender main body. Maximum width at the posterior half. Straight carina with 10–14 rounded and wide spaced denticles; they decrease in size to the posterior carina. The platform bears a few fine nodes. Anterior through margins outwards bowed, specially, the outer margin, which is more curved. Remarkable constriction at the anterior part of the platform. Geniculation points approximately opposite. Pa element lateral side: downwards arched unit. Pa element lower side: Basal cavity partially covered by matrix, but the specimen from bed LGA189_{15–16} has a moderate size, symmetrical basal cavity. Deep, narrow parallel-sided posterior groove.

Remarks. – The figured specimen, Fig. 7C, shows the typical features of *P. ansatus*: marked constriction at the anterior platform, and well-developed anterior through margins.

Stratigraphical distribution. – According to Liao & Valenzuela-Ríos (2008), Narkiewicz & Bultynck (2008, 2010) and Aboussalam (2003), this species ranges from the base

of the *ansatus* Zone to the Upper *hermanni* Zone; but Bardashev (1992) extends the upper range to the Lower *disparilis* Zone.

***Polygnathus oblongus* Weddige, 1977**

Figure 7F, G

- *1977 *Polygnathus costatus oblongus* n. subsp. Weddige, pp. 309, 310, pl. 4, figs 71, 72.
- 1979 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige, 1977. – Lane *et al.*, p. 218, pl. 1, fig. 16.
- 1980 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige, 1977. – Johnson *et al.*, pl. 4, fig. 17.
- 1989 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige, 1977. – Wang, p. 106, pl. 31, figs 5, 6.
- 1990 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige, 1977. – Bardashev, p. 34, pl. 3, figs 18, 19, 25; pl. 11, fig. 19.
- 1992 *Polygnathus costatus oblongus* Weddige, 1977. – Bardashev, p. 62, text-figs 7, 10, pl. 1, fig. 33.

Material. – Two specimens from bed LGA168. MGUV6166, 6167.

Description. – Pa element upper side: Sub-rectangular and elongate asymmetrical platform. The maximum width is approximately at the middle of the posterior part of the unit. Blade/platform ratio about 1 : 5. Anterior platform restricted by a “rostrum”. Sub-rounded posterior margin of the platform, weakly or strongly bent to the inner side. Short and straight free blade, composed of 4–5, laterally compressed, oval denticles. Carina composed of 10–12 rounded denticles, partially fused at their bases; they decrease in size and wider their space posteriorly; it is straight anteriorly where narrows to a fine ridge; the posterior part is also straight at the beginning but bends posteriorly. The platform bears fine transversal ridges, which are replaced by simple fine nodes at both, anterior and inner posterior margins. Deep and slightly wide adcarinal troughs at the anterior part that shallow at the posterior part. Outer platform slightly wider than the inner. The outer anterior margin is lower than the inner. Pa element lateral side: slightly arched downwards. Pa element lower side: small basal pit located at the beginning of the anterior part of the platform. Straight, wide and deep anterior basal groove; bent posterior keel.

Remarks. – The figured specimen (Fig. 7F) has a moderate development of the outer platform and it has a lower outer anterior platform margin.

This species evolved from *P. costatus* by narrowing the anterior part of the platform and developing an inner-turn of the posterior platform.

Polygnathus oblongus differs from *P. costatus* by the development of a sinuous outer posterior platform.

Stratigraphical distribution. – According to Weddige (1977), *P. c. oblongus* is restricted to the *kockelianus* Zone; but Bardashev (1990, 1992), extends the range down to the *australis* Zone.

***Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879**

Figure 7D, E

- *1879 *Polygnathus cristata* n. sp. Hinde, p. 366, pl. 17, fig. 11.
- 1964 *Polygnathus cristata* Hinde, 1879. – Orr, p. 13, pl. 3, figs 4–8; text-figs 4A–K.
- 1966 *Polygnathus cristata* Hinde, 1879. – Flajs, pl. 23, fig. 8.
- 1985 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Ziegler & Wang, p. 36, pl. 2, figs 3, 4.
- 1985 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Bardashev & Ziegler, p. 76, pl. 2, figs 1, 3.
- 1989 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Ji, p. 316, pl. 3, figs 22–25.
- 1992 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Bardashev, p. 76, pl. 8, figs 17–21.
- 1994 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Bai *et al.*, pp. 176, 177, pl. 24, fig. 1.
- 1994 *Polygnathus cristatus?* Hinde, 1879. – Kirchgasser, p. 129, pl. 3, figs D, E, I, J.
- 1999 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Lazreq, p. 86, pl. 2, figs 2, 3.
- 2001 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Liao *et al.*, p. 23, pl. 4, figs 10, 13 (with synonymy).
- 2007 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. – Aboussalam & Becker, p. 359, fig. 9H.
- 2008 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. – Liao & Valenzuela-Ríos, table 1C, figs 5M, N.
- 2010 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. – Gouwy, pp. 139, 140, pl. 9, figs 8a, b.

Material. – 14 specimens from samples LGA214c⁰⁶(1), LGA216a(1), LGA216a⁰⁶(2), LGA217b(1), LGA218⁰⁶(2), LGA219_{48–56}(1), LGA220⁰⁶(3), LGA221_{3–8 cm}(2) and LGA223(1). Figured specimens: LGA216a⁰⁶, MGUV6168 and LGA219_{48–56}, MGUV6169.

Description. – Pa element upper side: oval shaped and slightly asymmetrical platform, which widest part is at the anterior half. Blade/platform ratio about 1 : 5. Rounded or sharp posterior end. In complete specimens, the free blade is short and consists of 5–8 oval denticles; in some specimens the two anterior denticles are higher. Carina with 9–16 aligned, rounded denticles, of comparable size and height, slightly lower than denticles on the blade; posteriorly they are smaller and more elliptical; in the anterior third they are close spaced and, in some specimens, fused

in a ridge; in the posterior part they are widely spaced. The platform has 2–3 rows of rounded nodes of variable size, arranged oblique in the anterior part and sub-parallel to the carina posteriorly. The anterior nodes are larger than the posterior ones. Rounded and smooth anterior platform margins. Incipient development of the anterior adcarinal through. Pa element lateral side: anterior part of the unit, slightly arched downwards. Pa element lower side: Small and asymmetrical basal pit, located anterior of the platform mid-length; it continues anteriorly and posteriorly with straight, narrow keels.

Remarks. – The partially matrix-covered, broken specimen (Fig. 7E) shows the typical nodes arrangement and the asymmetrical basal pit. The “puzzle” specimen (Fig. 7D) shows a slightly sinuous carina with denticle-size decreasing posteriorly and the platform bears simple longitudinal rows of nodes, which are sub-parallel to the carina.

Polygnathus c. cristatus is similar to *M. falsiovalis* in the oval platform outline, location and size of the basal pit, but the former has a higher number of coarser nodes, which are arranged in longitudinal rows, while the platform of the latter is ornamented by fine nodes that have a transverse arrangement. Additionally, the asymmetrical basal pit of *P. c. cristatus* is larger and located more posteriorly.

The differences between *P. c. cristatus* and *P. c. ectypus* are described below.

Stratigraphical distribution. – According to Klapper & Ziegler (1977), *P. c. cristatus* ranges from the Upper *hermanni* Zone to the *punctata* Zone; but Klapper & Johnson (1990) indicate the last occurrence of this subspecies in the Lower *disparilis* Zone.

Our specimens range from the base of the Lower *disparilis* Zone to the Upper *falsiovalis* Zone (MN Zone 2 of Klapper 1985).

***Polygnathus cristatus ectypus* Huddle, 1934**

Figure 7H

- *1934 *Polygnathus cristatus eptycus* n. subsp. Huddle, p. 103, pl. 8, fig. 38.
- 1957 *Polygnathus cristata* Hinde, 1879. – Bischoff & Ziegler, pp. 86, 87, pl. 15, figs 1, 2–12, 13, 16; pl. 17, figs 12, 13.
- 1971 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Orr, p. 48, pl. 6, figs 1, 2.
- 1992 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Bardashev, p. 76, pl. 8, figs 22–24.
- 1994 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Bai *et al.*, pp. 176, 177, pl. 24, fig. 3.
- 1999 *Polygnathus cristatus* Hinde, 1879. – Lazreq, p. 86, pl. 2, fig. 1.

- 2003 *Polygnathus cristatus eptycus* Huddle, 1934. – Aboussalam, p. 177, pl. 19, figs 7–9.
- 2007 *Polygnathus cristatus* n. subsp. Huddle, 1934. – Aboussalam & Becker, p. 368, figs 9F, G.
- 2008 *Polygnathus cristatus eptycus* Huddle, 1934. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 9, tables 1B, C.
- 2010 *Polygnathus cristatus eptycus* Huddle, 1934. – Narkiewicz & Bultynck, p. 620, tables 2, 6, figs 17.14, 15.

Material. – One specimen from Bed LGA221^{46–51}, MGUV6170.

Description. – Pa element upper side: slightly asymmetrical, wide oval platform; broken – short? – free blade. Maximum width at the end of the anterior half. High carina with nearly complete fused denticles, but some free tips are observed. Platform ornamented by a chaotic arrangement of coarse nodes at the central part and thinner ones at the margins. Anterior part of the platform has few nodes; smooth anterior margins. Pa element lateral side: flat unit, anteriorly arched. Pa element lower side: Basal pit covered by matrix.

Remarks. – *P. c. cristatus* has a platform with less size-variability of nodes that are regularly arranged, in contrast with that of *P. c. eptycus*.

Stratigraphical distribution. – The subspecies ranges from the base of the Upper *hermanni* to the *transitans* Zone (Sandberg *et al.* 1994); our specimen comes from the top of the Lower *falsiovalis* Zone.

***Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler, 1957**

Figure 7I, J

- *1957 *Polygnathus dengleri* n. sp.; Bischoff & Ziegler, p. 87, pl. 15, figs 14, 15, 17–24; pl. 16, figs 1–4.
- 1981 *Polygnathus dengleri* Bischoff & Ziegler, 1957. – Huddle, p. B29, pl. 6, figs 15–23.
- 2001 *Polygnathus dengleri* Bischoff & Ziegler, 1957. – Liao *et al.*, p. 26, pl. 4, figs 7–9, 12 (further synonymy).
- 2007 *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler, 1957. – Aboussalam & Becker, p. 356, fig. 6(C–F).
- 2010 *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler, 1957. – Narkiewicz & Bultynck, pp. 618, 620, tables 2–4; figs 16.1, 16.2, 17.16, 17.17.

Material. – Eight specimens from samples LGA218¹⁰⁶_{45–52}(1), LGA219_{108–120}(1), LGA219_{225–240}(1), LGA221_{8–16}(1), LGA221¹⁰⁶_{122–130}(1), LGA221_{195–200}(2), LGA-I/5(1) and LGA-I/6a(1). Figured specimens: MGUV6171 (Fig. 7I; LGA219_{225–240}) and MGUV6172 (Fig. 7J; LGA221¹⁰⁶_{122–130}).

Description. – Pa element upper side: oval to spear-shaped, symmetrical and narrow platform. Maximum width close to the anterior half; slender and elongate unit. Blade/platform ratio about 1 : 5. Short free blade with 4–5, anteriorly inclined denticles; the 2–3 more anterior denticles are higher and sharp. Anterior part of carina composed of fused denticles forming a ridge or of individual denticles; posterior part of carina with 7 rounded and wide spaced or oval denticles connected by a fine ridge. The height of the carina denticles decreases posteriorly. Variable platform ornamentation consists of fine nodes with random arrangement or thin transversal ridges on one side of the carina and small, thin and single nodes combined with fused nodes on the other side. Wide and shallow adcarinal troughs. Pa element lateral side: flat unit slightly arched at both ends; in some specimens, the lateral margins are slightly higher than the carina. The combination of the anterior convex margin and the high and inclination of the denticles confers a wedge shape. Pa element lower side: small to medium size basal pit, with tear to oval-shaped smooth flange; continues to both ends with straight and narrow keels.

Remarks. – *P. d. dengleri* is probably one of the taxa from the Givetian-Frasnian interval with a high morphological variation. Traditionally, three morphotypes have been distinguished. Klapper (in Johnson *et al.* 1980, p. 102) distinguished two morphotypes from central Nevada: one form is characterised by a rather coarse and somewhat irregular transversal ridges and nodes and its range is limited to the Lower *disparilis* Zone (the former Lower *dengleri* Zone). The other form is characterised by a platform with fine nodes and fewer, weaker transversal ridges. It corresponds to the holotype, and appears in the Upper *disparilis* Zone (the former Upper *dengleri* Zone).

Bultynck & Jacobs (1981, p. 19) have recognised both morphotypes of Klapper (in Johnson *et al.* 1980) from south-eastern Morocco, which were named “β” and “γ” forms respectively, and a new one “α” form. The latter is characterised by a longer blade, a sub-triangular shaped platform, somewhat straight anterior margins and coarse and irregular ornamentation, which is restricted at the margins and considered as the earlier form.

Aboussalam & Becker (2007, p. 369) in Mdoura-East(Md-E) section, Tafilat Platform have recognised the characteristics of the “α” form described already by Bultynck & Jacobs (1981), and erected the new subspecies *Polygnathus dengleri sagitta*.

The figured specimen (Fig. 7I) is a typical “γ” form characterised by a platform ornamented by few nodes, a carina formed by oval to rounded denticles, which are widely spaced posteriorly and by a medium size basal pit, with smooth flange more developed posteriorly. The other specimen (Fig. 7J) is characterised by a narrower

and longer platform, with one of the anterior margins lower. The carina consists of a ridge, denticles are distinguished only on the blade and in the posterior carina. Rather small basal pit, located at the end of the anterior platform. This form is considered as the “narrow” form by Klapper (1985).

Stratigraphical distribution. – According to Feist & Klapper (1985), Narkiewicz & Bultynck (2010): this taxon ranges from the Upper *disparilis* Zone to the top of the *transiens* Zone (MN Zone 4 of Klapper 1985).

Polygnathus hemiansatus Bultynck, 1987

Figure 7K, L

- 1987 *Polygnathus hemiansatus* n. sp. Bultynck, pp. 161, 162, pl. 7, figs 16–27; pl. 8, figs 1–7.
- 2008 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 11, tabs 1A, B, figs 4A, B.
- 2010 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. – Gouwy, p. 142, pl. 5, figs 12, 13; pl. 6, fig. 1 (further synonymy).
- 2011 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck 1987. – Walliser & Bultynck, pp. 12, 13, pl. 1, figs 11–17.

Material. – Two specimens from samples LGA180_{10 cm inf.}, MGV6173 and LGA189⁰⁶, MGV6184.

Description. – Pa element upper side: asymmetrical, elongated and somewhat slender platform, with maximum width at the posterior half. Partially broken free blade. Slightly straight carina, composed of 7–12 oval to rounded denticles; anterior denticles are closer and posterior ones are more spaced (Fig. 7L); denticles in specimen in Fig. 7K are fused in a ridge with only tips protruding. Denticles size increases at the central part of the platform. Platform ornamented by fine nodes and fine transversal ridges, with radial distribution. Marked constriction in the outer platform margin, just posterior to the geniculation point, that continues with a rounded platform margin. Less developed inner platform margin that is smooth (Fig. 7K) or serrated, posterior of the geniculation point (Fig. 7L). Outwards strongly bowed outer anterior through margin; less bowed inner one. Non-opposite geniculation points. Sharp posterior end, slightly reclined. Pa element lower side: due to breakage it is not easy to exactly locate the basal pit, but probably sits at the anterior half.

Remarks. – According to Bultynck (1987) and Walliser & Bultynck (2011), the main characteristics of *P. hemiansatus* are the strong constriction in the outer platform margin posterior to the geniculation point and the well developed outwards bowing of the outer anterior through margin. The

degree of development of these characteristics permitted these authors the recognition of three morphotypes: α , β and γ . For details, see comments in Walliser & Bultynck (2011, pp. 12, 13).

Our specimens from LGA section belong to the “ γ ” form. The figured specimens (Fig. 7K, L) show the typical morphological features: well-developed outer platform margin; bowed outer anterior through; serrated inner platform margin close to the geniculation point; ornamentation consisting of small nodes and fine and discontinued ridges. Our specimens are rather slender and narrow and can be distinguished from the Morocco material in the platform outline.

Stratigraphical distribution. – The range of *P. hemiansatus* starts at the base of the nominal zone, which is the base of the Givetian, and to the top of the *semialternans/latifossatus* Zone (the former Upper *varcus* Zone), the transition between Middle to Upper Givetian. According to Walliser & Bultynck (2011), the range of the three morphotypes is different. The α form is restricted to the lower part of the *hemi-ansatus* Zone, β and γ forms range into the *ansatus* Zone.

***Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz & Ziegler, 1979**

Figure 7M

- *1979 *Polygnathus linguiformis klapperi* n. ssp.; Clausen *et al.*, p. 32, pl. 1, figs 7, 8.
- 2001 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*, 1979. – Liao *et al.*, pp. 28, 29, pl. 2, figs 25–28 (further synonymy).
- 2008 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*, 1979. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 10, tables 1a, 1b, fig. 3B.
- 2010 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*, 1979. – Gouwy, p. 144, pl. 6, fig. 11.
- 2011 *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen *et al.*, 1979. – Walliser & Bultynck, p. 15, pl. 3, figs 7, 8.

Material. – 29 specimens from the following beds: LGA167(1), LGA174(1), LGA175(2), LGA178b⁰⁶(3), LGA197(4), LGA199a(3), LGA199b(3), LGA200b(1), LGA200c(2), LGA201(2); LGA190(1), LGA189⁰⁶(2), LGA186⁰⁶(1), LGA184(1), LGA182(2). Figured specimen: LGA167, MGUV6175.

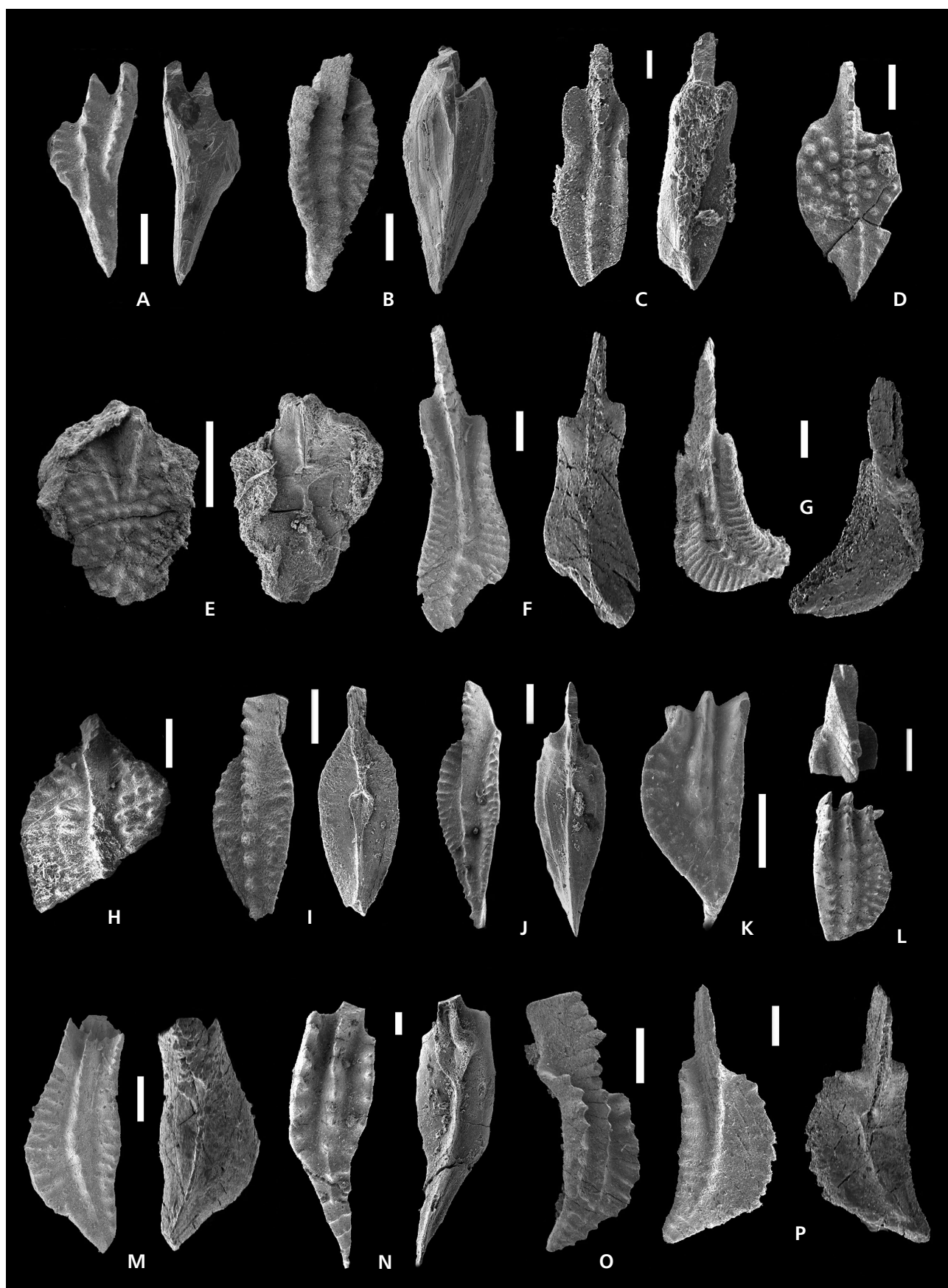
Description. – Pa element upper side: asymmetrical to slightly symmetrical platform with robust and convex margins. Outer platform more developed and higher than inner. A well developed, somewhat long, and narrow sub-triangular tongue at the platform posterior third. Carina formed by fused nodes that are connected by a strong ridge that ends within the tongue. Platform ornamented by transversal ridges or aligned fine nodes. Narrow and deep anterior adcarinal through. The last portion of the outer platform margin meets the tongue by an inflexion. Sharp posterior end of the tongue. Pa element lateral side: both ends of the unit are arched; outer margin higher than the inner. Pa element lower side: heart shaped small-sized basal pit located at the middle of the platform anterior half. Straight anterior keel; smoothly curved posterior keel.

Remarks. – *P. l. klapperi* is distinguished from *P. l. linguiformis* by several aspects: 1) rounded platform outline between the outer margin and the tongue; 2) more nodes on the inner platform margin; 3) bigger and robust tongue; 4) rounded posterior end of the tongue.

P. l. klapperi can be distinguished from *P. l. weddigei* because the latter, has concave-convex margins, asymmetrical platform, less strongly curved carina, more developed outer platform margins and a poorly development of the tongue.

Stratigraphical distribution. – Weddige (1977) cited its lower range starting from the *hemiansatus* Zone; but according to Bultynck (1987), Belka *et al.* (1997) and Walliser & Bultynck (2011) this taxon ranges from the *kockelianus* Zone to the *semialternans/latifossatus* Zone.

Figure 7. All scale bars are 200 μ m, except C (= 100 μ m). • A – *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957. Upper and lower views of MGUV6163, Bed LGA178a, *kockelianus-ensensis* Zone. • B – *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966. Upper and lower views of MGUV6164, Bed LGA178a, *kockelianus-ensensis* Zone. • C – *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1976. Upper and lower views of MGUV6165, Bed LGA197, *ansatus* Zone. • D, E – *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde, 1879. D – upper and lower views of MGUV6168, Bed LGA216a⁰⁶, Lower *disparilis* Zone; E – upper view of MGUV6169, Bed LGA219_{48–56}, Upper *disparilis* Zone. • F, G – *Polygnathus oblongus* Weddige, 1977. F – upper and lower views of MGUV6166, Bed LGA168, *kockelianus* Zone; G – upper and lower views of MGUV6167, Bed LGA168, *kockelianus* Zone. • H – *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle, 1934. Upper view of MGUV6170, Bed LGA221_{46–51}, Lower *falsiovalis* Zone. • I, J – *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff & Ziegler, 1957. I – upper and lower views of MGUV6171, Bed LGA219_{225–240}, Upper *disparilis* Zone; J – upper and lower views of MGUV6172, Bed LGA221_{122–130}, MN Zone 1. • K, L – *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. K – upper view of MGUV6173, Bed LGA180_{10 cm}, *hemiansatus* Zone; L – upper view of MGUV6184, Bed LGA189⁰⁶. Lower *hermanni* Zone. • M – *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz & Ziegler, 1979. Upper and lower views of MGUV6175, Bed LGA167, *kockelianus* Zone. • N, O – *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. N – upper and lower views of MGUV6176, Bed LGA201_{15 cm}, Lower *hermanni* Zone; O – upper and lower views of MGUV6185, Bed LGA214b_{10 cm}, Upper *hermanni*? Zone. • P – *Polygnathus linguiformis* ssp. Upper and lower views of MGUV6177, Bed LGA171, *kockelianus-ensensis* Zone.



***Polygnathus linguiformis mucronatus*
Wittekindt, 1966**

Figure 7N, O

- *1966 *Polygnathus linguiformis mucronatus* n. subsp. Wittekindt, p. 636, pl. 2, figs 13–15.
- 2003 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. – Aboussalam, pp. 182, 183, pl. 17, figs 11, 16, 17 (further synonymy).
- 2008 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 11, fig. 4E, F.
- ?2010 *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt, 1966. – Gouwy, pp. 144, 145, pl. 6, fig. 9 (further synonymy).

Material. – Two specimens from samples LGA201_{15 cm inf.} (MGUV6176) and LGA214b_{10 cm sup.} (MGUV6185).

Description. – Pa element upper side: nearly symmetrical and tiny sub-rectangular-shaped platform with parallel margins. Straight free blade with 7 oval and compressed denticles. Carina composed of 8 oval to rounded denticles, which can be fused in a ridge or individually connected. The carina is straight to the tongue and then deflects inward and disappears within the anterior part of the tongue. Narrow subtriangular and sharp tongue, which turns to the inner side and downwards; it bears thin wide spaced transversal ridges that in the anterior part are interrupted by the carina. Platform bears denticulated margins that continue in transversal ridges. Deep adcarinal troughs. Pa element lateral side: strongly arched unit. Denticles height decreases posteriorly. Pa element lower side: oval to heart shaped basal cavity, located at the beginning of the anterior half. Slightly straight anterior basal groove; posterior curved keel.

Remarks. – The main characteristics of this subspecies are the reduced development of the platform, the presence of a narrow tongue which is inwardly and downwards inclined and a basal cavity located in the most anterior part of the platform. According to the shape of the platform outer margin outline and the tongue, we have recognised two forms combining our material and figured specimens from literature. One form, has a straight outline as in Fig. 7N or the original specimen of Ziegler & Klapper (1976, pl. 4, fig. 21) and the other form, has a rounded outline, as in Fig. 7O or the original specimen of Ziegler & Klapper (1976, pl. 4, fig. 20).

Stratigraphical distribution. – This subspecies appears from the base of the *rhenanus/varcus* Zone and reaches to the middle part of the *semialternans/latifossatus* Zone (Weddige 1977).

***Polygnathus linguiformis* ssp.**

Figure 7P

Material. – Only one specimen from Bed LGA171, MGUV6177.

Description. – Pa element upper side: asymmetrical leaf-shaped platform with weak and short transverse ribs on the margins; outer platform almost double the width of the inner. Blade/platform ratio about 1 : 5. Short and straight free blade with 3–4 fused denticles forming a ridge. Straight anterior carina composed of 3–5 rounded denticles connected by a ridge; slightly curved posterior carina with 6–7 rounded distinct denticles decreasing in size posteriorly and ending at the beginning of the tongue. Small, triangular tongue with transverse ribs, bent to the inner side. Well developed outer margin with rounded and denticulated outline; posterior half inward turned and downwards arched. Anterior platform margins meet the blade at different points; the inner more to the anterior. Pa element lateral side: downwards arched unit, specially the more posterior part. Pa element lower side: Small, symmetrical, round-shaped basal pit with thin flanges. Straight and deep, parallel-sized anterior basal groove; curved, narrow, shallow and weak developed posterior groove.

Remarks. – The combination of outline and short tongue with transverse ribs that interrupt the carina separates our specimen from other known subspecies of *P. linguiformis*.

***Polygnathus tafilenis* Aboussalam & Becker, 2007**

Figure 8A

- 2007 *Polygnathus tafilenis* n. sp. Aboussalam & Becker, p. 30, fig. 5P–T.
- 2010 *Polygnathus cf. tafilenis* Aboussalam & Becker, 2007. – Gouwy, p. 151, pl. 9, fig. 2.

Material. – One specimen from Bed LGA221_{195–200}, MGUV6178.

Description. – Pa element upper side: Slightly asymmetrical and flat, leaf-shaped platform. The maximum width of the unit is at the posterior third. Free blade little shorter than the platform, with 10–12 stout denticles fused at the base. The most anterior four denticles are anteriorly oblique-inclined. The last 3–4 denticles of the blade are fused into a thin ridge. Slightly curved carina composed of, at least, 10 partially fused, round-oval denticles, which are connected by a ridge; the height of these denticles decreases to the posterior end. Platform ornamented by fine nodes, randomly distributed on each side of the carina and by short and weakly transverse ridges at the anterior part of the

platform. Anterior platform margins develop an incipient and short “rostrum”. Shallow, short and narrow anterior adcarinal troughs. Outer side of the posterior platform more developed than the inner. Pa element lateral side: flat unit with downwards arched posterior end. Anterior margins higher than posterior ones. Pa element lower side: tiny, heart-shaped basal pit with slightly asymmetrical flanges located at the anterior platform half. Both basal grooves are narrow and parallel-sided; the anterior one straight and anteriorly appressed; the posterior one slightly curved.

Remarks. – The blade/platform ratio distinguished *P. tafilensis* (about 1 : 2) from *P. dubius* (1 : 3). Besides, *P. dubius* has distinctive transverse ridges, a stronger carina, and develops a rostrum.

Our specimen, with the posterior end broken, is closer to the paratypes, than to the holotype.

Stratigraphical and geographical distribution. – According to Aboussalam & Becker (2007) this species ranges from the *dengleri* Zone to the top of the *pristina* Zone (MN Zone 1 of Klapper 1985). Our specimen comes from Bed LGA221_{195–200}, that belongs to the *soluta* Zone (MN Zone 2 of Klapper 1985). This taxon has only been recognized in Morocco (Anti-Atlas) and in the Spanish Central Pyrenees.

***Polygnathus timorensis* Klapper, Philip & Jackson, 1970**

Figure 8B

- *1970 *Polygnathus timorensis* sp. nov.; Klapper *et al.*, p. 655, text-fig. 2a–d, pl. 1, figs 1–3, 7–10 (with synonymy).
- 1983 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*, 1970. – Raven, pl. 3, fig. 3.
- 1988 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*, 1970. – Sparling, p. 15, figs 18.10.
- 1989 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*, 1970. – Wang, p. 121, pl. 33, figs 7–9.
- 1989 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper, 1970. – Wang, pl. 33, fig. 10.
- 2001 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*, 1970. – Liao *et al.*, pp. 38, 39, pl. 4, figs 4–6 (with synonymy).
- 2008 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*, 1970. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 9, tables 1A, B, figs 3E, F.
- 2010 *Polygnathus timorensis* Klapper *et al.*, 1970. – Gouwy, pp. 151, 152, pl. 6, figs 2, 3, 5 (with synonymy).

Material. – Five specimens from samples LGA189_{15–16}(1), LGA184(1), LGA207_{10 cm sup.}(1), LGA210(1) and LGA212_{22 cm inf.}(1). Figured specimen: LGA184, MGUV6179.

Description. – Pa element upper side: Narrow, lanceolate-shaped, symmetrical platform posterior of anterior trough margins. Sharp posterior end. Free blade partially complete in some specimens shows that the blade is at least half of the total length; the free blade has five (or more) elliptical and laterally compressed denticles, free at their tips. Straight carina with 10–12 sub-elliptical to rounded denticles connected anteriorly by a ridge; posteriorly they are distinct. Denticles size increases and height decreases to the posterior end. Platform ornamented by denticulated margins that reach to the geniculation points. Outer anterior margin more developed than the inner. Smooth adcarinal troughs, deeper anteriorly, which can extend to the posterior end. Inner geniculation point distinctly higher than the outer. Pa element lateral side: Both ends downwards inclined. Platform margins and carina of similar height. Straight and concave inner margin of the anterior trough; strongly downwards inclined outer margin, which is in a more advanced position near the blade. Pa element lower side: Oval-shaped basal pit of medium to small size with symmetrical flanges and located at the most anterior platform. Slightly curved and narrow basal grooves.

Remarks. – The outer anterior trough margin of *P. timorensis* is strongly developed and this character distinguishes it from *P. ansatus* (symmetrical anterior trough margins). Our figured specimen, Fig. 8B has a typical development of the ear-flap structure at the outer anterior trough margin; the position of the basal pit is at the anteriormost part of the platform and the outer geniculation is clearly lower than the inner one.

Stratigraphical distribution. – This species ranges from the base of the *timorensis* Subzone (the Lower *varcus* Zone) to the *disparilis* Zone (Aboussalam 2003); but Aboussalam & Becker (2007) restricted its range to the *ectypus* Zone. Our specimens range within the *hermanni* Zone.

Genus *Schmidtognathus* Ziegler, 1965

***Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965**

Figure 8C

- *1965 *Schmidtognathus hermanni* n. sp. Ziegler, p. 664, pl. 3, figs 5–26.
- 1976 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Ziegler *et al.*, tables 6, 9, 13–15, pl. 3, figs 34, 35.
- 1980 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Johnson *et al.*, tables 18, 21, pl. 3, figs 27, 28.
- 1985 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Ziegler & Wang, p. 20, pl. 2, figs 13, 14.
- 1985 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Bardashev & Ziegler, pp. 69, 74, pl. 1, figs 30, 31.
- 1986 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Hou *et al.*, p. 49, pl. 15, figs 18, 19.

- 1989 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Wang, p. 128, pl. 41, figs 6, 8.
 1992 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Bardashev, pp. 51, 52, pl. 6, figs 24, 25.
 1994 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Bai *et al.*, p. 185, pl. 29, fig. 4.
 1994 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Wang, pl. 9, figs 9, 11.
 1995 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Sanz-López, p. 546, pl. 31, figs 11, 13.
 2008 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 9, 14, figs 5B, C.
 2010 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Gouwy, pp. 154, 155, pl. 8, figs 8, 9 (further synonymy).

Material. – Eight specimens from samples LGA219_{225–240}(7), LGA220_{17cm sup.}(1). Figured specimen: LGA219_{225–240}, MGUV6180.

Description. – Pa element upper side: Symmetrical to asymmetrical, elongate, robust platform with wide-lanceolate shape. The maximum width is at the posterior third. The blade-platform ratio is about 1 : 4. Short and straight free blade composed of 7–8 oval denticles, the three anterior higher. Anterior carina consists of 3–4 oval distinct denticles followed by fused denticles connected by a ridge. Posterior carina with 8–10 individual rounded denticles, which decrease in size. Platform ornamented by two or three longitudinal rows of nodes subparallel to the carina and fine nodes at the margins. Oblique margin troughs on both sides of anterior platform. Pa element lateral side: slightly arched unit with both ends inclined downwards. Pa element lower side: medium to small-sized basal pit, with an anteriorly asymmetric development of the outer flange and a posterior small fold. It is located at the posterior third. Anterior basal groove deeper and wider than posterior.

Remarks. – *S. hermanni* is distinguished from *S. wittekindti* by the presence of a low and short free blade bearing similar sized denticles, while the latter has a higher cusp at the middle of the blade. Also, the platform outline in *S. hermanni* varies from rhomboidal to lanceolate shape, the platform outline of *S. wittekindti* is rather triangular. The maximum width in *S. hermanni* is located about the midlength of the unit, while in *S. wittekindti* is at the anterior third.

The blade-platform ratio in *S. hermanni* is about 1 : 4, while in *S. pietzneri* is about 1 : 2.

The figured specimen, Fig. 8C, has the typical characteristics of *S. hermanni* in the presence of two or three longitudinal rows of nodes, which are subparallel to the carina; small constriction at the anterior platform, and development of shallow anterior troughs. The basal pit is covered by matrix, but other specimens from the same bed exhibit a clearly asymmetrical basal pit.

Stratigraphical distribution. – According to Ziegler (1965, 1971), the range of this species starts in the base of the Lower *hermanni* Zone and goes up to the Lower *falsiovalis* Zone; but Klapper & Johnson (1990) have restricted its upper range to the top of the Upper *disparilis* Zone.

Schmidtognathus wittekindti Ziegler, 1965

Figure 8D

- *1965 *Schmidtognathus wittekindti* n. sp. Ziegler, p. 665, pl. 1, fig. 11; pl. 2, figs 1–10.
 1970 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Kirchgasser, p. 352, lám. 65, figs 3, 7.
 1971 *Schmidtognathus peracutus* (Bryant), 1965. – Orr, p. 56, pl. 6, fig. 9.
 1985 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Ziegler & Wang, p. 20, pl. 2, figs 17, 18.
 1985 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Bardashev & Ziegler, p. 69, pl. 1, fig. 33.
 1986 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Hou *et al.*, pp. 49, 50, pl. 16, figs 1, 2, 5–12.
 1989 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Ji, pl. 2, figs 22, 23.
 1989 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Wang, p. 129, pl. 41, fig. 7.
 1992 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Bardashev, pp. 51, 52, pl. 6, figs 21–23, 35?
 1994 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Wang, pl. 9, figs 5, 10.
 1994 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Bai *et al.*, p. 185, pl. 29, figs 5, 6.
 1995 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Sanz-López, p. 546, pl. 31, figs 8, 9.
 1995 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. – Shen, p. 264, pl. 2, figs 18, 19.
 1998 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Rogers, p. 732, fig. 15.
 1999 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Lazreq, p. 78, pl. 1, figs 28, 29.
 2003 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Abousalam, pp. 193, 194, pl. 22, figs 6–10.
 2010 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. – Narkiewicz & Bultynck, figs 17.18, 19.1, 19.2.

Material. – Twelve specimens from beds LGA218_{78–88}(1) LGA219_{225–240}(10), LGA220_{17cm sup.}(1). Figured specimen: LGA219_{225–240}, MGUV6181.

Description. – Pa element upper side: Symmetrical and elongated platform, sub-triangular to arrow-shaped. Maximum width is in the anterior third of the total length. Blade-platform ratio about 1 : 4. Very short free blade bearing 7–11 oval and fused denticles with their sharps ends

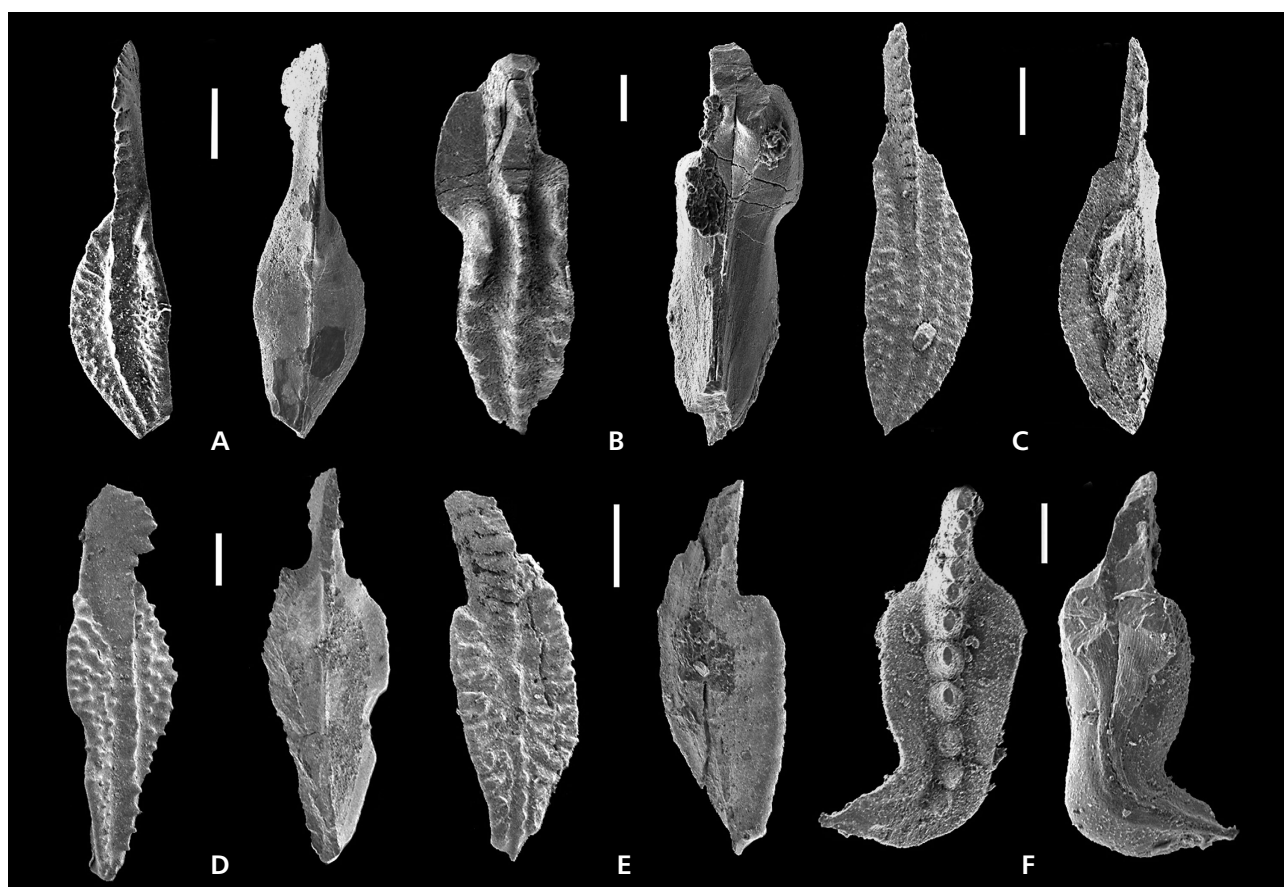


Figure 8. All scale bars are 200 μm , except B, F (= 100 μm). • A – *Polygnathus tafilensis* Aboussalam & Becker, 2007. Upper and lower views of MGUV6178, Bed LGA221_{195–200}, MN Zone 2. • B – *Polygnathus timorensis* Klapper, Philip & Jackson, 1970. Upper and lower views of MGUV6179, Bed LGA184, Lower *hermanni* Zone. • C – *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1965. Upper and lower views of MGUV6180, Bed LGA219_{225–240}, Upper *disparilis* Zone. • D – *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1965. Upper and lower views of MGUV6181, Bed LGA219_{225–240}, Upper *disparilis* Zone. • E – *Skeletognathus norrisi* Pa element (Uyeno, 1967). Upper and lower views of MGUV6182, Bed LGA-1/1a, *norrisi* Zone. • F – *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). Upper and lower views of MGUV6183, Bed LGA178a, *kockelianus-ensensis* Zone.

connected by a fine ridge. Three denticles close to the anterior margin are the highest. Anterior carina formed by fused denticles connected by a ridge that continues from the free blade. Posterior carina with 10–11 partly fused denticles connected by a smooth ridge; posteriorly the spacing is greater. Platform ornamented by fine marginal nodes and two or three longitudinal rows of nodes parallel to the carina. Nodes decrease in size posteriorly. Incipient oblique anterior trough. Pa element lateral side: slightly arched downwards unit. Pa element lower side: Tiny rhomboidal basal pit with a slightly asymmetrical anterior outer flange; it is located at the anterior fourth of the platform. Straight, wide anterior basal groove; straight and high posterior keel.

Remarks. – *S. wittekindti* is distinguished from *S. peracutus* by the anterior margins and the length of the platform. *S. peracutus* has straight anterior margins and a short platform, while, *S. wittekindti* has rounded margins and a longer platform.

Stratigraphical distribution. – According to Ziegler (1965, 1971) and Hou *et al.* (1985), the range of this species starts at the base of the Lower *hermanni* Zone; Klapper & Johnson (1990) restricted the upper range to the base of the Lower *disparilis* Zone, but Narkiewicz & Bultynck (2010) extended the upper range to the lower part of the Upper *disparilis* Zone.

Our material ranges from the Upper *disparilis* Zone to the lower part of the *falsiovalis* Zone.

Genus *Skeletognathus* Sandberg, Ziegler & Bultynck, 1989

Skeletognathus norrisi (Uyeno, 1967)

Figure 8E

1967 *Polygnathus norrisi* n. sp.; Uyeno, pp. 10, 11, pl. 2, figs 4, 5.

- 1980 *Polygnathus norrisi* Uyeno, 1967. – Johnson *et al.*, p. 102, pl. 3, fig. 25.
- 1980 *Polygnathus norrisi* Uyeno, 1967. – Perri & Spalleta, pp. 305, 306, pl. 7, figs 5a–6d.
- 1981 *Polygnathus norrisi* Uyeno, 1967. – Huddle, p. B31, pl. 19, figs 4, 5.
- 1989 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Sandberg *et al.*, p. 214, pl. 5, figs 1–12.
- 1991 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Uyeno, p. 156, pl. 3, fig. 19.
- 1992 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Bardashev, p. 78, fig-text. 3, pl. 9, fig. 30.
- 1993 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Racki & Bultynck, tables 2, 4, pl. 3, fig. 10.
- 1994 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Bai *et al.*, p. 187, pl. 29, figs 7, 8.
- 1994 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Kirchgasser, p. 127, pl. 3, figs C, K, M–O.
- 1995 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Sanz López, p. 518, pl. 32, fig. 2.
- 2001 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Liao *et al.*, p. 41, pl. 4, figs 22–24.
- 2003 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Aboussalam, p. 194, pl. 19, fig. 6.
- 2005 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Uyeno & Wendte, p. 164, text-fig. 8, pl. 2, figs 3, 4.
- 2006 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Rodríguez Alfonso, p. 23, pl. 4, figs 1–16, pl. 5, figs 1–7; pl. 6, figs 1–10.
- 2007 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Aboussalam & Becker, tables 1, 5; figs 8M, S.
- 2007 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Narkiewicz & Bultynck, table 5, fig. 5V.
- 2008 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 14, tab. 1C, figs 2, 6C–F.
- 2010 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Gouwy, p. 157, pl. 9, figs 10, 11.
- 2010 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno), 1967. – Narkiewicz & Bultynck, tables 2–4, figs 16.8, 16(19–21).

Material. – Two specimens from beds LGA-I/1a (figured specimen, MGUV6182) and LGA-I/6a.

Description. – Pa element upper side: symmetrical to asymmetrical platform with sub-triangular shape and sharp posterior end; maximum width of the unit at the posterior part. Blade-platform ratio about 1 : 2. Slightly curved free blade (partly broken) with, at least, four individual, elliptic denticles. The slightly curved carina is lower than the blade and consists of an anterior weak ridge that transforms into individual denticles, which decrease in size posteriorly. The two specimens have a different ornamentation showing two distinct morphological features: a subtle “chevron” structure and a concentric irregular arrangement of nodes. The “chev-

ron” structure is due to an advanced development stage of the plates or laminae, which are radially distributed and fused. Pa element lateral side: unit smoothly arched downwards. Anterior platform margins somewhat higher than the carina. Pa element lower side: very tiny, oval-shaped, basal pit, located near the anterior part of the platform. Slightly curved, wide anterior keel; narrow posterior keel.

Remarks. – The typical “chevron” structure is a diagnostic characteristic for this species although ornamentation is variable. Our figured specimen differs from the figured specimens in literature by the presence of a longer free blade and more nodes.

Stratigraphical distribution. – This species is restricted to a narrow interval near the Givetian/Frasnian boundary. According to Sandberg *et al.* (1989), it ranges from the base of the *norrisi* Zone to the *transitans* Zone (MN Zone 4 of Klapper 1985); but Klapper & Johnson (1990) restricted the upper range to the MN Zone 2 of Klapper (1985). Our specimens range from the *norrisi* Zone (Givetian) to the MN Zone 2 (Lower Frasnian).

Genus *Tortodus* Weddige, 1977

Tortodus kockelianus kockelianus (Bischoff & Ziegler, 1957)

Figure 8F

- 1957 *Polygnathus kockeliana* n. sp. Bischoff & Ziegler, p. 91, pl. 2, figs 1–10; 11, 12 (non).
- 1966 *Polygnathus kockeliana* Bischoff & Ziegler, 1957. – Wittekindt, p. 634, pl. 2, fig. 7.
- 1970 *Polygnathus kockeliana* Bischoff & Ziegler, 1957. – Seddom, p. 59, pl. 6, figs 1, 2.
- 1970 *Polygnathus kockeliana* Bischoff & Ziegler, 1957. – Bultynck, p. 125, pl. 15, fig. 4.
- 1979 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Lane *et al.*, p. 220, pl. 2, figs 9–11, 14.
- 1980 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Johnson *et al.*, pl. 3, fig. 21.
- 1984 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Kim *et al.*, p. 86, pl. 23, fig. 10.
- 1985 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Ziegler & Wang, p. 30, pl. 1, figs 20, 21.
- 1985 *Tortodus k. kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Bardashev & Ziegler, pl. 2, fig. 22.
- 1987 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Bultynck, p. 180, pl. 9, fig. 17.
- 1989 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Wang, p. 132, pl. 42, figs 10–12.
- 1990 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Lazreq, pl. 2, figs 1–4.

- 1990 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Bardashev, p. 78, pl. 4, figs 19, 21.
 1991 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Uyeno, p. 156, pl. 3, fig. 15.
 1995 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Sánz-López, p. 477, pl. 24, figs 6–8.
 2010 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957). – Gouwy, pp. 159, 160, pl. 4, figs 10a, b (with synonymy).

Material. – Only one specimen from Bed LGA178a, MGUV6183.

Description. – Pa element upper side: element partly complete with sub-triangular shape. Platform outline varies from symmetrical in the anterior part to asymmetrical in the most posterior part. Maximum width of the platform is in the anterior third. Incomplete anterior blade bears at least four elliptic denticles. Slightly curved carina at the anterior end and sinuous at the posterior part. It is composed of seven elliptical to rounded denticles; their height decreases posteriorly. Smooth platform surface with a strong outwards torsion in the posterior third. Pa element lateral side: the posterior end of the unit is slightly arched downwards. Pa element lower side: large-sized slightly asymmetrical basal cavity located in the widest part of platform. The posterior basal groove is wider anteriorly and narrower and bent outwards.

Remarks. – The figured specimen is close to the holotype and paratypes, but differs somewhat, in having a shorter platform-posterior-end than the holotype.

Tortodus k. kockelianus is distinguished from other species by the presence of elliptic to rounded denticles decreasing in height posteriorly, and by the strong platform inflexion in the posterior part.

Stratigraphical distribution. – *T. k. kockelianus* ranges from the base of the *kockelianus* Zone to the *ensensis* Zone – the uppermost Eifelian part. Our specimen occurs at the top of the *ensensis* Zone.

Acknowledgements

This work represents a contribution to IGCP-596 and has been supported by the Spanish Research Project CGL2011-24775. The DAAD (J-C. L) and the Alexander von Humboldt-Stiftung (JIV-R) supported earlier activities of this research. We thank the careful reviews of Jeff Over and Pierre Bultynck that helped to improve the initial version. Gil Klapper provided helpful remarks regarding *P. oblongus* and *P. parawebbi*. We are grateful to the SCSIE (Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental) of University of Valencia for technical support. Carlos Martínez-Pérez, Peter Königshof, Dodo Dojen, Devon and Pirata assisted in some of the field seasons.

References

- ABOUSSALAM, Z.S. 2003. Das “Taghanic-Event” im höheren Mittel-Devon von West-Europa und Marokko. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* 25, 1–330.
 ABOUSSALAM, Z.S. & BECKER, R.T. 2007. New Upper Givetian to basal Frasnian conodont faunas from the Tafilalt (Anti-Atlas, Southern Morocco). *Geological Quarterly* 51, 345–374.
 BAI, S.L., BAI, Z.Q., MA, X.P., WANG, D.R. & SUN, Y.L. (eds) 1994. *Conodont zonation and correlation, bio-event and chemo-event, Milankovitch cycle and nickel-episode. Devonian Events and Biostratigraphy of South China*. 303 pp. Peking University Press, Peking.
 BARDASHEV, I.A. 1990. Stratigraphy and conodonts of the Eifelian deposits of Central Tajikistan, 25–41. In KHALYM-BADZHA, V.J. (ed.) *Conodonts of the USSR Eifelian Stage*. Kazan.
 BARDASHEV, I.A. 1992. Conodont Stratigraphy of Middle Asian Middle Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 154, 31–84.
 BARDASHEV, I.A. & ZIEGLER, W. 1985. Conodonts from a Middle Devonian section in Tadzhikistan (Kalagach Formation, Middle Asia, USSR). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 65–78.
 BELKA, Z., KAUFMANN, B. & BULTYNCK, P. 1997. Conodont-based quantitative biostratigraphy for the Eifelian of the eastern Anti-Atlas, Morocco. *Geological Society of America Bulletin* 109, 643–651.
 DOI 10.1130/0016-7606(1997)109<0643:CBQBFT>2.3.CO;2
 BENFRIKA, E.M. & BULTYNCK, P. 2003. Lower to Middle Devonian conodonts from the Oued Cherrat area and its southern extension (North-Western Meseta, Morocco). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 242, 209–215.
 BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W. 1957. Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 22, 1–136.
 BOERSMA, K.T. 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 49, 303–377.
 BRANSON, E.B. & MEHL, M.G. 1934. Conodont from the Grassy Creek shale of Missouri. *University of Missouri Studies* 8, 171–259. [imprint 1933]
 BRANSON, E.B. & MEHL, M.G. 1938. The conodont genus *Icriodus* and its stratigraphic distribution. *Journal of Paleontology* 12, 156–166.
 BRYANT, W.L. 1921. The Genesee conodont with descriptions of new species. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences* 13, 1–59.
 BULTYNCK, P. 1970. Révision stratigraphique et paléontologique (Conodontes et Brachiopodes) de la Coupe type du Couvinien. *Mémoires de l’Institut Géologique de l’Université de Louvain* 26, 1–152.
 BULTYNCK, P. 1985. Lower Devonian (Emsian) – Middle Devonian (Eifelian and lowermost Givetian) conodont successions from the Ma’der and the Tafilalt, southern Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 261–286.
 BULTYNCK, P. 1986. Accuracy and reliability of conodont zones: the *Polygnathus asymmetricus* “zone” and the Givetian-Frasnian boundary. *Bulletin de L’Institut royal des Sciences naturelles de Belgique* 56, 269–280.

- BULTYNCK, P. 1987. Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 57, 149–181.
- BULTYNCK, P. 2003. Devonian Icriodontidae: biostratigraphy, classification and remarks on paleoecology and dispersal. *Revista Española de Micropaleontología* 35, 295–314.
- BULTYNCK, P. & JACOBS, L. 1981. Conodonts et sédimentologie des couches de passage du Givetien au Frasnien dans le Nord du Tafilalt et dans le Ma' der (Maroc présaharien). *Bulletin de L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 53, 1–24.
- CLAUSEN, C.-D., LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. 1979. Biostratigraphie und Lithofazies am Südrand der Elspe Mulde (hohes Mittel- und tiefes Oberdevon; Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). *Geologie Jahrbuch A-51*, 3–37.
- FLAIS, G. 1966. Die Middledevon/Oberdevon-Grenze im Paläozoikum von Graz. *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 124, 221–240.
- GARCÍA-LÓPEZ, S. 1986. Los conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico Asturleonés (España). *Publicaciones Especiales del Boletín Geológico y Minero, Instituto Geológico y Minero de España*, 1–112.
- GARCÍA-LÓPEZ, S. & SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Devonian to Lower Carboniferous conodont biostratigraphy of the Bernesga Valley section (Cantabrian Zone, NW Spain), 163–205. In GARCÍA-LÓPEZ, S. & BASTIDA, F. (eds) *Paleozoic conodonts from Northern Spain. Cuadernos del Museo Geominero* 1. 438 pp. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- GLENISTER, B.F. & KLAPPER, G. 1966. Upper Devonian conodonts from the Canning Basin, Western Australia. *Journal of Paleontology* 40, 777–842.
- GOUWY, S. 2004. *The Graphic Correlation Method as a tool for integrated stratigraphy. Application to the uppermost Emsian-lowermost Famennian (Devonian) from the Ardenne Area (Belgium-N-France) and correlation with the eastern Anti-Atlas (Morocco) and the New York Area (N-America)*. 214 pp. PhD thesis, Catholic University of Leuven, Belgium.
- GOUWY, S. 2010. *Middle Devonian Conodonts from the north-western margin of Gondwana*. 199 pp. PhD thesis, University of Modena and Reggio Emilia, Italy and University of Valencia, Spain.
- GOUWY, S. & BULTYNCK, P. 2003. Conodont based graphic correlation of the Middle Devonian formations of the Ardenne (Belgium): Implications for stratigraphy and construction of a regional composite. *Revista Española de Micropaleontología* 35, 315–344.
- GOUWY, S., LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. 2013. Eifelian (Middle Devonian) to Lower Frasnian (Upper Devonian) conodont biostratigraphy in the Villech section (Spanish Central Pyrenees). *Bulletin of Geosciences* 88(2), 315–338. DOI 10.3140/bull.geosci.1341
- HINDE, G.J. 1879. On conodonts from the Chazy and Cincinnati group of the Hamilton and Genesee-shale divisions of the Devonian in Canada and the United States. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 35, 351–369. DOI 10.1144/GSL.JGS.1879.035.01-04.23
- HOU, H.F., JI, Q., WANG, J.X., WANG, R.G. & ZHANG, Z.X. 1985. Biostratigraphy near the Middle-Upper Devonian boundary in Maanshan section, Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 39–52.
- HOU, H.F., JI, Q., WANG, J.X. & WANG, R.G. 1986. *Middle-Upper Devonian boundary in Maanshan of Xiangzhou, Guangxi*. 137 pp. Geological Publishing House, Beijing.
- HUDDLE, J.W. 1934. Conodonts from the New Albany Shale of Indiana. *Bulletin of American Paleontology* 21, 1–136.
- HUDDLE, J.W. & REPETSKI, J.E. 1981. Conodonts from the Genesee Formation in western New York. *Geological Survey Professional Papers* 1032-B, 1–66.
- HÜNEKE, H. 1995. Early Devonian (Emsian) to Late Devonian (Famennian) stratigraphy and conodont of the Antoinettenweg section in the Lower Harz Mountain (Germany). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 188, 99–131.
- IZOKH, N.G., YOLKIN, E.A. & BAKHAREV, N.K. 2004. Early Frasnian conodonts from the Rudny Altai (West Siberia). *News on Paleontology and Stratigraphy, Geology and Geophysics* 45, 89–101. [in Russian]
- Ji, Q. 1989. On the Frasnian Conodont Biostratigraphy in the Guilin Area of Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117, 303–320.
- Ji, Q. & ZIEGLER, W. 1993. The Lali Section: An excellent reference section for Upper Devonian in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 157, 1–183.
- Ji, Q., ZIEGLER, W. & DONG, X. 1992. Middle and Late Devonian conodonts from the Licun Section Yongfu, Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitute Senckenberg* 154, 85–105.
- JOHNSON, J.G. 1990. Lower and Middle Devonian brachiopod-dominated communities of Nevada, and their position in a biofacies-province-realm model (with a section on Revision of Middle Devonian conodont zones, by G. Klapper and J.G. Johnson). *Journal of Paleontology* 64, 902–941.
- JOHNSON, J.G., KLAPPER, G. & TROJAN, W.R. 1980. Brachiopod and conodont successions in the Devonian of the northern Antelope Range, central Nevada. *Geologica et Palaeontologica* 14, 77–116.
- KHALYMBADZHA, V.G. & CHERNYSHEVA, N.G. 1970. Konodonty v. *Ancyrodella* iz devonskikh otloherniy volgo-kamskogo kraia i ikh stratigraficheskoe znachenie, 81–103. In ULIAN-LININA, V.I. (ed.) *Biostratigrafia i paleontologia paleozoiskikh otlozheniy vostoka russkoj plataformia i zapadnogo Priuralia*. Kazanskiy ordena trudovogo krasnogo znameni gosudarstvenniy universitet, Kazan.
- KIM, A.I., ERINA, M.V., APEKINA, L.S. & LESOVAYA, A.I. 1984. *Devonian biostratigraphy of the Zeravshano-Hissar Mountain Region*. 94 pp. Fan, Tashkent.
- KIRCHGASSER, W.T. 1970. Conodonts from near the Middle/Upper Devonian boundary in North Cornwall. *Journal of Paleontology* 13, 335–354.
- KIRCHGASSER, W.T. 1994. Early morphotypes of *Ancyrodella rotundiloba* at the Middle-Upper Devonian boundary, Genesee Formation, west central New York. *Bulletin of New York Society Museum* 481, 117–134.
- KLAPPER, G. 1985. Sequence in the conodont genus *Ancyrodella* in the Lower asymmetric Zone (earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France. *Palaeontographica, Abteilung A* 188, 19–34.

- KLAPPER, G. 1989. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession, 449–468. In McMILLAN, N.J., EMBRY, D.J. & GLASS, D.J. (eds) *Devonian of the World, Proceedings of the Second International Symposium on the Devonian System. Canadian Society of Petroleum Geologists 14*. [imprint 1988]
- KLAPPER, G. & BARRICK, J.E. 1983. Middle Devonian (Eifelian) conodonts from the Spillville Formation in northern Iowa and southern Minnesota. *Journal of Paleontology* 57, 1212–1243.
- KLAPPER, G., PHILIP, G.M. & JACKSON, J.H. 1970. Revision of the *Polygnathus varcus* Group (Conodonta, Middle Devonian). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 650–667.
- KLAPPER, G. & ZIEGLER, W. 1977. Distribution of conodonts in Lower/Middle Devonian boundary beds of the Barrandian. *Unpublished report, Field Conference of the International Subcommission on Devonian Stratigraphy*. 4 pp. Prague.
- KLUG, C.R. 1982. Devonian stratigraphy and conodont biostratigraphy from portions of two cores in Central Iowa. *Iowa Geological Survey, Open File Report 82-2*, 1–56.
- LANE, H.R., MÜLLER, K.J. & ZIEGLER, W. 1979. Devonian and Carboniferous conodonts from the Perak Malaysia. *Geologica et Palaeontologica* 13, 213–226.
- LAZREQ, N. 1990. Devonian conodonts from Central Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 118, 65–79.
- LAZREQ, N. 1999. Biostratigraphie des conodontes du Givétien au Famennien du Maroc central – Biofaciès et événement Kellwasser. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 214, 1–111.
- LIAO, J.-C., KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SCHINDLER, E. 2008. Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian–Lower Frasnian; Aragonian Pyrenees, N. Spain). *Bulletin of Geosciences* 83(4), 481–490. DOI 10.3140/bull.geosci.2008.04.481
- LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. 2008. Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte section (Middle–Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees). *Geological Quarterly* 52, 1–18.
- LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. 2012. Upper Givetian and Frasnian (Middle and Upper Devonian) conodonts from Ampriú (Aragonian Pyrenees, Spain): Global correlations and palaeogeographical relations. *Paleontology* 55, 819–842.
- LIAO, J.-C., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & RODRÍGUEZ, S. 2001. Descripción de los conodontos del Givetiense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses). *Coloquios de Paleontología* 52, 13–45.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, C., VALENZUELA-RÍOS, J.I., NAVAS-PAREJO, P., LIAO, J.-C. & BOTELL, H. 2011. Emsian (Lower Devonian) Polygnathids (Conodont) succession in the Spanish Central Pyrenees. *Journal of Iberian Geology* 37, 45–64.
- MAWSON, R. & TALENT, J.A. 1989. Late Emsian–Givetian stratigraphy and conodont biofacies – carbonate slope and offshore shoal to sheltered lagoon and nearshore carbonate ramp – Broken River, North Queensland, Australia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117, 205–259.
- MEY, P.H.W. 1967. Evolution of the Pyrenean basins during the Late Paleozoic, 1157–1166. In OSWALD, D.H. (ed.) *International Symposium on the Devonian System*. 1376 pp. Alberta Society of Petroleum Geologists, Calgary.
- MONTESINOS, J.R. & SANZ-LÓPEZ, J. 1999. Ammonooides del Devónico Inferior y Medio en el Pirineo oriental y central. Antecedentes históricos y nuevos hallazgos. *Revista Española de Paleontología*, No. extr. Homenaje al Prof. J. Trujols, 97–108.
- MURPHY, M.A., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & CARLS, P. 2004. On classification of Pridoli (Late Silurian)–Lochkovian (Early Devonian) Spathognathodontidae (Conodonts). *University of California, Riverside, Campus Museum Contribution* 6, 1–25.
- NARKIEWICZ, K. & BULTYNCK, P. 2007. Conodont biostratigraphy of shallow marine Givetian deposits from the Radom–Lublin area, SE Poland. *Geological Quarterly* 51, 419–442.
- NARKIEWICZ, K. & BULTYNCK, P. 2010. The Upper Givetian (Middle Devonian) *subterminus* conodont Zone in North America, Europe and North Africa. *Journal of Paleontology* 84, 588–625. DOI 10.1666/10-029.1
- NARKIEWICZ, K. & NARKIEWICZ, M. 1998. Conodont evidence for the Mid-Givetian Taghanic Event in south-eastern Poland. *Paleontologica Polonica* 58, 213–223.
- NARKIEWICZ, K. & NARKIEWICZ, M. 2008. The mid-Frasnian subsidence pulse in the Lublin Basin (SE Poland): sedimentary record, conodont biostratigraphy and regional significance. *Acta Geologica Polonica* 58, 287–301.
- ORR, W.R. 1964. Conodonts from the Devonian Lingle and Alto formations of southern Illinois. *Illinois State Geological Survey* 361, 1–28.
- ORR, W.R. 1971. Conodonts from Middle Devonian Strata of the Michigan Basin. *Geological Survey Bulletin of State of Indiana Department* 45, 1–110.
- ORR, W.R. & KLAPPER, G. 1968. Two new conodont species from Middle–Upper Devonian boundary beds of Indiana and New York. *Journal of Paleontology* 42, 1066–1075.
- OVER, D.J. 2007. Conodont biostratigraphy of the Chattanooga Shale, Middle and Upper Devonian, southern Appalachian Basin, eastern United States. *Journal of Paleontology* 81, 1194–1217. DOI 10.1666/06-056R.1
- OVER, D.J., HOPKINS, T.H., BRILL, A. & SPAZIANI, A.L. 2003. Age of the Middlesex Shale (Upper Devonian, Frasnian) in New York State. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 242, 217–223.
- OVNATANOVA, N.S. & KONONOVA, L.I. 2008. Frasnian conodonts from the eastern Russian Platform. *Paleontological Journal* 42, 997–1166. DOI 10.1134/S0031030108100018
- OVNATANOVA, N.S. & KUZ’MIN, A. V. 1991. Knodonty tipovykh razrezov Domanikovoy svity na yuzhnom Timane. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR Seriya Geologicheskaya* 1991, 37–50.
- PERRI, M.C. & SPALLETA, C. 1980. Conodonti e biozonatura del Frasniano (Devoniano sup.) di Pramorio, Alpi Carniche. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana* 19, 281–310.
- POLLOCK, C.A. 1968. Lower Upper Devonian conodonts from Alberta, Canada. *Journal of Paleontology* 42, 415–443.
- PYLE, L.J., ORCHARD, M.J., BARNES, C.R. & LANDRY, M.L. 2003. Conodont biostratigraphy of the Lower to Middle Devonian Deserter Formation (new), Road River Group, northeastern British Columbia. *Canadian Journal of Earth Science* 40, 99–113.
- RACKI, G. & BULTYNCK, P. 1993. Conodont biostratigraphy of the Middle to Upper Devonian boundary beds in the Kielce area of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica* 43, 1–25.

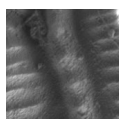
- RAVEN, J.G. 1983. *Conodont biostratigraphy and depositional history of the Middle Devonian to Lower Carboniferous in the Cantabrian Zone (Cantabrian Mountains, Spain)*. 339 pp. PhD thesis, University of Leiden, Holland.
- ROGERS, F.S. 1998. Conodont biostratigraphy of the Little Cedar and Lower Coralville formations of the Cedar Valley Group (Middle Devonian) of Iowa and significance of a new species of *Polygnathus*. *Journal of Paleontology* 72, 726–737.
- SANDBERG, C.A., HASENMUELLER, N.R. & REXROAD, C.B. 1994. Conodont biochronology, biostratigraphy, and biofacies of Upper Devonian Part of New Albany Shale, Indiana. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168, 227–253.
- SANDBERG, C.A., ZIEGLER, W. & BULTYNCK, P. 1989. New standard conodont zones and early *Ancyrodella* phylogeny across Middle-Devonian boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 110, 195–230.
- SANZ-LÓPEZ, J. 1995. *Estratigrafía y bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico Superior-Carbonífero Inferior del Pirineos Oriental y Central*. 514 pp. PhD thesis, University of Barcelona, Spain.
- SCHÖNLAUB, H.P. 1985. Devonian conodonts from section Oberbuchach II in the Carnic Alps (Austria). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 353–374.
- SEDDON, G. 1970. Pre-Chappel conodonts of the Llano Region, Texas. *Bureau of Economic Geology, The University of Texas, Austin, Report of Investigations* 68, 1–113.
- SHEN, J.-W. 1995. Middle-Upper Devonian conodont succession and sea-level change in Guilin. *Acta Micropalaeontologica Sinica* 12, 251–273.
- SPARLING, D.R. 1981. Middle Devonian conodont apparatuses with seven types of elements. *Journal of Paleontology* 55, 295–316.
- SPARLING, D.R. 1983. Conodont biostratigraphy and biofacies of lower Middle Devonian limestones, north-central Ohio. *Journal of Paleontology* 57, 825–864.
- SPARLING, D.R. 1988. Middle Devonian stratigraphy and conodont biostratigraphy, north-central Ohio. *Ohio Journal of Science* 88, 2–18.
- SPARLING, D.R. 1999. Conodont from the Prout Dolomite of north-central Ohio and Givetian (Upper Middle Devonian) correlation problems. *Journal of Paleontology* 73, 892–907.
- ULRICH, E.O. & BASSLER, R.S. 1926. A classification of the toothlike fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species. *Proceedings of the United States Natural Museum* 68, 12.
- UYENO, T.T. 1967. Conodont zonation, Waterways Formation (Upper Devonian), north-eastern central Alberta. *Geological Survey of Canada, Paper* 67-30, 1–20.
- UYENO, T.T. 1974. Conodont of the Waterways Formation (Upper Devonian) of northeastern and central Alberta. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 232, 1–93.
- UYENO, T.T. 1982. Systematic conodont paleontology, 73–95. In NORRIS, A.W., UYENO, T.T. & MCCABE, H.R. *Devonian rocks of the Lake Winnipegosis-Lake Manitoba outcrop belt, Manitoba. Chapter 3. Geological Survey of Canada, Memoir* 392, 1–280.
- UYENO, T.T. 1991. Pre-Famennian Devonian conodont biostratigraphy of selected intervals in the eastern Canadian Cordillera. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 417, 129–161.
- UYENO, T.T. & WENDTE, J. 2005. Conodont biostratigraphy and physical stratigraphy in two wells of the Beaverhill Lake Group, upper Middle to lower Upper Devonian. *Bulletins of American Paleontology* 369, 151–171.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Pyrenees, 86–89. In GIBBONS, W. & MORENO, T. (eds) *The Geology of Spain*. 649 pp. Geological Society of London, London.
- VANDELAER, E., VANDORMAEL, C. & BULTYNCK, P. 1989. Biofacies and refinement of conodont succession in the Lower Frasnian (Upper Devonian) of the type area (Frasnes-Nismes, Belgium). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117, 321–352.
- WALLISER, O.H. & BULTYNCK, P. 2011. Extinctions, survival and innovations of conodont species during the Kacák Episode (Eifelian-Givetian) in south-eastern Morocco. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique* 81, 5–25.
- WANG, C.Y. 1989. Devonian conodonts of Guangxi. *Memoirs of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica* 25, 1–152.
- WANG, C.Y. 1994. Application of the Frasnian standard conodont zonation in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168, 83–130.
- WEARY, D.J. & HARRIS, A.G. 1994. Early Frasnian (Late Devonian) conodonts from the Harrell Shale, Western Foreland Fold-and-Thrust Belt, West Virginia, Maryland, and Pennsylvania Appalachians, U.S.A. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 168, 195–225.
- WEDDIGE, K. 1977. Die conodonten der Eifel Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faciesgebieten. *Senckenbergiana lethaea* 58, 271–419.
- WITTEKINDT, H. 1965. Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 9, 621–646.
- XIONG, J.F. 1980. Conodonts, 80–100. In XIAN, S.Y., WANG, S.D., ZHOU, X.Y., XIONG, J.F. & ZHOUY, T.R. (eds) *Nandan typical stratigraphy and paleontology of Devonian in China*. The People's Publishing House of Guizhou, Guiyang, China.
- ZIEGLER, W. 1965. Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 9, 647–676.
- ZIEGLER, W. 1971. Conodont stratigraphy of European Devonian. *Geological Society of America, Memoir* 127, 227–284.
- ZIEGLER, W. & KLAPPER, G. 1964. In ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & LINDSTRÖM, M. The validity of the name *Polygnathus* (Conodonts, Devonian and Lower Carboniferous). *Journal of Palaeontology* 38, 421–423.
- ZIEGLER, W. & KLAPPER, G. 1976. In ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & JOHNSON, J.G. Redefinition and subdivision of the varcus-Zone (Conodonts, Middle-?Upper Devonian in Europe and North America. *Geologica et Palaeontologica* 10, 109–140.
- ZIEGLER, W. & SANDBERG, C.A. 1990. The Late Devonian standard conodont zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 121, 1–115.
- ZIEGLER, W. & WANG, C.Y. 1985. Sihongshan section, a regional reference section for the Lower-Middle and Middle-Upper Devonian boundaries in East Asia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 17–38.

GOUWY, LIAO & VALENZUELA-RÍOS 2013

BULLETIN OF GEOSCIENCES

Eifelian (Middle Devonian) to Lower Frasnian (Upper Devonian) conodont biostratigraphy in the Villech section (Spanish Central Pyrenees)

SOFIE GOUWY, JAU-CHYN LIAO & JOSÉ IGNACIO VALENZUELA-RÍOS



Conodont biostratigraphic research on the Comabella Formation at Villech (Spanish Central Pyrenees), a 54 m thick pinkish-greyish compact hemipelagic limestone section situated in the Compte “subfacies area”, reveals an Eifelian to early Frasnian age for the studied interval. The base of the Formation is of lower Eifelian age (*costatus* Zone), indicated by the lowest local record of *Polygnathus angustipennatus*, associated with *P. partitus*. The *kockelianus* and *eiflii* zones are recognized in the lower half of the section. The uppermost Eifelian and lowermost Givetian (*ensensis* and *hemiansatus* zones, respectively) have not been found so far but might be located in a covered interval. Other biozones recognized in the section are the *timorensis-rhenanus/varcus*, *ansatus*, *semialternans*, *hermanni*, *disparilis* and *norrisi* zones in the Givetian, all indicated by their respective index species and the MN1 Zone (occurrence of *Ad. binodosa* and *Ad. pristina*) in the Frasnian. A black shale and limestone layer in the upper part of the Villech section could represent the local signature of the upper part of the global Taghanic Crisis. • Key words: conodonts, Middle Devonian, biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees.

GOUWY, S., LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. 2013. Eifelian (Middle Devonian) to Lower Frasnian (Upper Devonian) conodont biostratigraphy in the Villech section (Spanish Central Pyrenees). *Bulletin of Geosciences* 88(2), 315–338 (7 figures, 4 tables). Czech Geological Survey, Prague. ISSN 1214-1119. Manuscript received February 3, 2012; accepted in revised form June 11, 2012; published online February 4, 2013; issued June 7, 2013.

Sofie Gouwy (corresponding author), Department of Paleontology, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Vautierstraat 29, B-1000 Brussels, Belgium; sofiegouwy@yahoo.com • Jau-Chyn Liao, Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense; c/ Antonio Novais, 2 Ciudad Universitaria; E-28040 Madrid, Spain • Jau-Chyn Liao & José Ignacio Valenzuela-Ríos, Departamento de Geología, Universitat de València, C/ Dr. Moliner 50; E- 46100 Burjassot, Spain

The Pyrenean Paleozoic rocks are part of the southern flank of the European Variscan Chain where south-verging structures prevail, south of the North Pyrenean Fault Zone. Deformation and magmatism of Paleozoic rocks are mainly Variscan in age while Alpine deformation produced the re-activation of older structures and the structural stacking of Variscan units.

During the Devonian, a complex sedimentation took place in the Central and Eastern Pyrenees. In this region, important lateral changes in Devonian lithologies prompted Mey (1967) to arrange them into four major facies areas. In this subdivision, the concept of subfacies was introduced in the “Southern facies area” by Mey (1967). He distinguished the Sierra Negra, the Baliera, the Renanué and the Compte “subfacies areas” based on the grouping of similar Devonian sequences (Fig. 1B). Some subsequent authors like Boersma (1973) and Zwart (1979) regrouped the stratigraphic units but in this work the original subdivision of the “Southern facies” into four “subfacies” of Mey (1967) (Fig. 1B) is used.

Middle Devonian rocks are widespread in the Spanish Central Pyrenees but only in the last 40 years, studies on this topic have been intensified (Hartevelt 1970, Boersma 1973, Sanz-López 1995, Liao *et al.* 2001, Valenzuela-Ríos & Liao 2006, Liao *et al.* 2008, Liao & Valenzuela-Ríos 2008). One of the most relevant early works for conodont studies was Boersma (1973). He did the initial conodont studies of several important Middle and Upper Devonian sections, among which also the Villech section that is described here in detail. The same section was also sampled by Valenzuela-Ríos in the course of a Geological Survey. He improved the initial dating of Boersma over the entire Villech section (from the Pragian to the Carboniferous) and realized the potential of the section. A significant part of it is studied in this paper.

The Villech section is located in the Compte “subfacies area”, part of the larger “Southern facies area” of Mey (1967) located in the Spanish Central Pyrenees (Figs 1A–C, 2). The upper part of the Emsian, the Middle Devonian and the

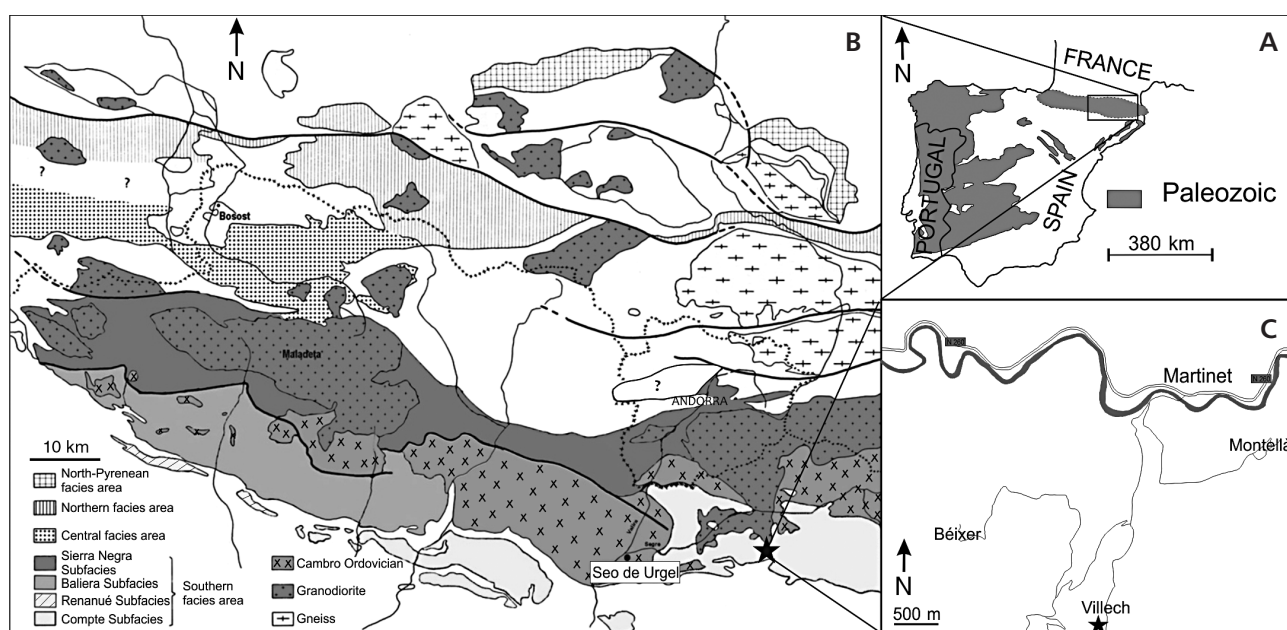


Figure 1. Devonian Facies areas in the Spanish Central Pyrenees (B – after Zwart 1979) and location of the studied section (B, C). Star indicates the position of the section.

Frasnian of the Compte “subfacies area” are represented by the Villech and Comabella Formations. In most sections, the Villech Formation ends within the *serotinus* Zone (Montesinos & Sanz-López 1999); in the Serra Comabella section, it can reach the lower part of the *patulus* Zone, indicating a possible diachronous top of the Formation. The boundary between the Villech and Comabella formations is situated around the boundary between the upper Emsian *serotinus* and *patulus* zones (Sanz-López 1995, 2002; Valenzuela-Ríos & Sanz-López 2002; Valenzuela-Ríos & Liao 2006).

The Villech section

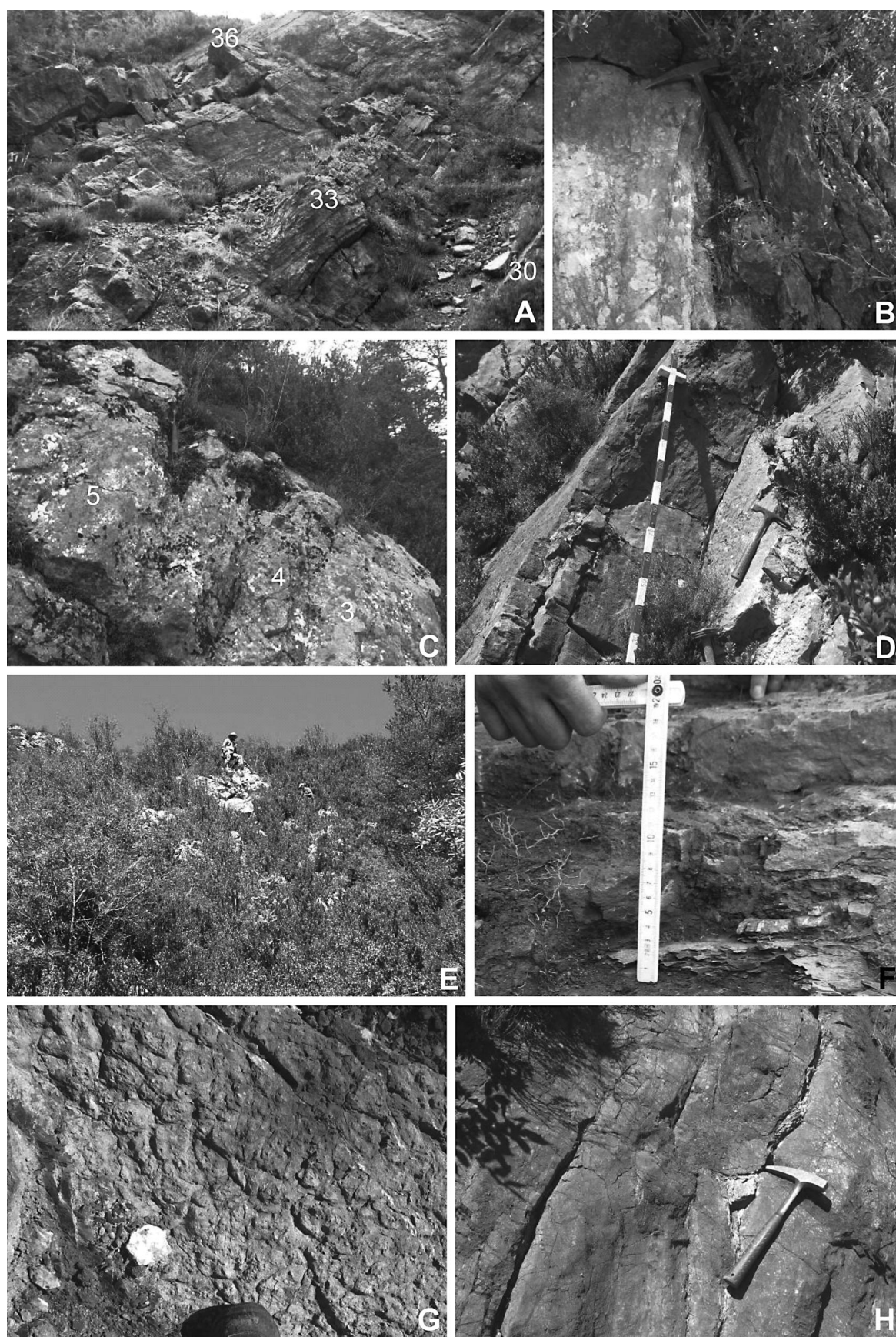
The section is partly exposed near the road on the eastern slope of a hill and partly in an abandoned quarry along the road close to the small village of Villech (Fig. 1C). The 54 m long section is easily accessible with a bit of climbing.

Two lithological formations are exposed in a series of almost continuous outcrops of which only two are studied here (Fig. 2A–H). The Villech Formation is composed of nodular and argillaceous limestones with different amounts of red and green shales. The overlain Comabella

Formation consists of nodular reddish limestones and condensed red beds in the lowermost part of the formation (Fig. 2B, C, E) followed by condensed pinkish-greyish limestones (Fig. 2A, D, H) with hard-ground development (Fig. 2G) and syndimentary tectonics (Fig. 2H) especially in the uppermost part of the section. The limestone beds are rather poor in number of conodont specimens, although they have a high diversity of conodont taxa.

In this road-cut section, Boersma (1973) recognized the uppermost part of the Basibé Formation, the Villech Formation and what he called the Compte (A–C) Formation; his Compte A Fm approximately corresponds to the current Comabella Formation. The studied part of the Villech section represents the uppermost Villech Formation and most of the Compte A Member of Boersma (1973). He placed the base of his A Member of the Compte Formation at the base of some thick-bedded grey limestones; about 11 m above the top of the Villech Formation as conceived in the present study (see Fig. 3). Boersma (1973) situated this level in the *kockelianus* Zone (1973), corresponding to the present *australis-ensensis* zones (upper Eifelian) based on the first occurrence of *Spathognathodus intermedius*. From his uppermost sample of the Compte A Member (sample 435), he mentioned a list of species from which

Figure 2. Images of the Villech section. • A – upper part of the Villech section in the quarry (samples 30–36) scale: the two thick limestone beds in the middle of the picture measure together 3.6 m. • B – contact between the Villech Formation (right) and Comabella Formation (left). • C – reddish nodular limestones in the lowermost part of the section (samples 2–5). • D – bedded massive grey limestone in the upper part of the section (here samples 25–26). • E – fieldwork conditions in the lower part of the section (around sample 23). • F – thin layer of black shales and limestone (sample 29). • G – hardground with limonite (sample Q-1/1). • H – syndimentary tectonics (slumping) around sample 34.



many, according to present conodont biostratigraphy, cannot occur together. The sample either contained pieces from different beds or his identifications are, at least, not all correct. In any case these data should no longer be considered.

Sanz-López (2002) places the nodular lower part of the Comabella Fm. in the *costatus* Zone; the more condensed red beds are located in the *kockelianus* Zone and the condensed hemipelagic limestones with hardgrounds in the upper Givetian.

The Villech section (Fig. 3) was sampled during two field campaigns in the summers of 2007 and 2008. During the first field campaign the section was measured in detail and 31 samples were taken for conodont research, during the second campaign 20 extra samples were taken for the refining of the conodont biostratigraphy, based on the preliminary results of the first sampling. Samples from V500 = Vi-I/1 to V620, V1/2, Q-1/1 and Q-1/2 are from the earlier geological survey campaign by Valenzuela-Ríos.

Results

The conodont elements retrieved from the studied part of the Villech section are moderately preserved (no deformed conodonts, but a lot of broken specimens) and have a colour alteration index of 4–4.5 (dark brown). The diversity of the species in the samples increases with younger age of the samples. The abundance of the conodonts fluctuates though the section although the richest samples are found in the upper part of the section.

Our conodont biostratigraphic study reveals an Eifelian to early Frasnian age for the sampled interval in the Comabella Fm. (Fig. 3, Tables 1–3).

The base of the Comabella Fm. is placed in the lower part of the Eifelian, indicated by the lowest local record of *Polygnathus angustipennatus* found right above the contact with the underlying Villech Formation (sample Vi-I/1). According to Belka *et al.* (1997) this species appears in the lowermost part of the *costatus* Zone.

In sample Vi-I/2, a higher diversity of taxa is found: *P. partitus*, *P. bultyncki*, *P. robusticostatus* and *P. angustipennatus*, an assemblage that places the sample in the lower part of the *costatus* Zone (Belka *et al.* 1997, Gouwy & Bultynck 2002).

The index species of that zone, *P. costatus* first appears in sample Vi-I/3, together with *I. cf. regularicrescens*; *Polygnathus angusticostatus* and *P. linguiformis linguiformis* make their entry in sample Vi-I/5. These are two species that normally appear within the *costatus* Zone and both range up into the Givetian.

Tortodus kockelianus australis, the index species for the *australis* Zone, was not found, so the presence of this

zone cannot be stated. *T. kockelianus kockelianus* appears in sample Vi-I/15, defining the base of the *kockelianus* Zone and coinciding with the first occurrence of *P. pseudofoliatus* morphotype β . *Polygnathus eiflius* in sample Vi-I/17 marks the base of the *eiflius* Zone. The finding of *P. trigonicus* in sample Vi-I/17t in combination with *P. eiflius* limits this sample to the *eiflius* Zone (Belka *et al.* 1997).

A typical Givetian fauna appears first in sample Vi-I/18A following a covered interval in the section: *P. ensensis*, *P. hemiansatus* and *P. xylus*, a combination that does not occur below the base of the Lower *varcus* Zone. The covered interval in the section does not allow sampling between Vi-I/17t and 18A, impeding the recovery of data that might indicating the presence of the *ensensis* and *hemiansatus* zones.

The *ansatus* Zone starts almost right above (sample V1/2) with the first occurrence of *P. ovatinodosus* (Klapper & Johnson 1980, Gouwy & Bultynck 2003), followed by the entry of *P. ansatus* (sample V502) and the first occurrence of *P. linguiformis weddigei* (sample Vi-I/19). Halfway this zone, *P. timorensis*, *I. brevis*, *I. difficilis*, *P. linguiformis mucronatus* and *P. varcus* appear for the first time in the section. The level formed by samples Vi-I/23A and V610 seems to mark a higher diversity of species (samples Vi-I/22 and V600 are almost barren). These are all species that normally have their first appearance in the Lower *varcus* Zone and are making a delayed entry here.

The basis of the *semialternans* Zone (uppermost part of the Middle *varcus* Zone) is indicated by the appearance of “O.” *semialternans* in sample Vi-I/26, coinciding with the entry of “O.” *brevis*.

The narrow but distinct layer of black limestone and shales is positioned between samples Q-1\1 and Vi-I/29 within this Zone.

In the upper part of the section, the *hermanni*, *disparilis* and *norrissi* zones are recognized, all indicated by their respective index species. The appearance of *Schmidtognathus hermanni* pinpoints the base of the *hermanni* Zone at sample Vi-I/33. *Polygnathus* aff. *cristatus cristatus* enters together with *K. disparilis* (sample Q-1\2). *Polygnathus dengleri dengleri* marks the base of the upper *disparilis* subzone in sample Vi-I/34. The appearance of *Sk. norrisi* marks the base of the *norrissi* Zone, the uppermost conodont zone of the Givetian at sample Vi-I/35. The base of that zone normally coincides with the base of the *falsiovalis* Zone although *Mesotaxis falsiovalis-ovalis* only appears here in sample Vi-I/35A, right beneath the appearance of *Ancyrodella cf. pristina* in sample Vi-I/36A.

The Givetian-Frasnian boundary is positioned in the uppermost part of the studied section, between samples Vi-I/35A and Vi-I/36A. In the field, a small fault was

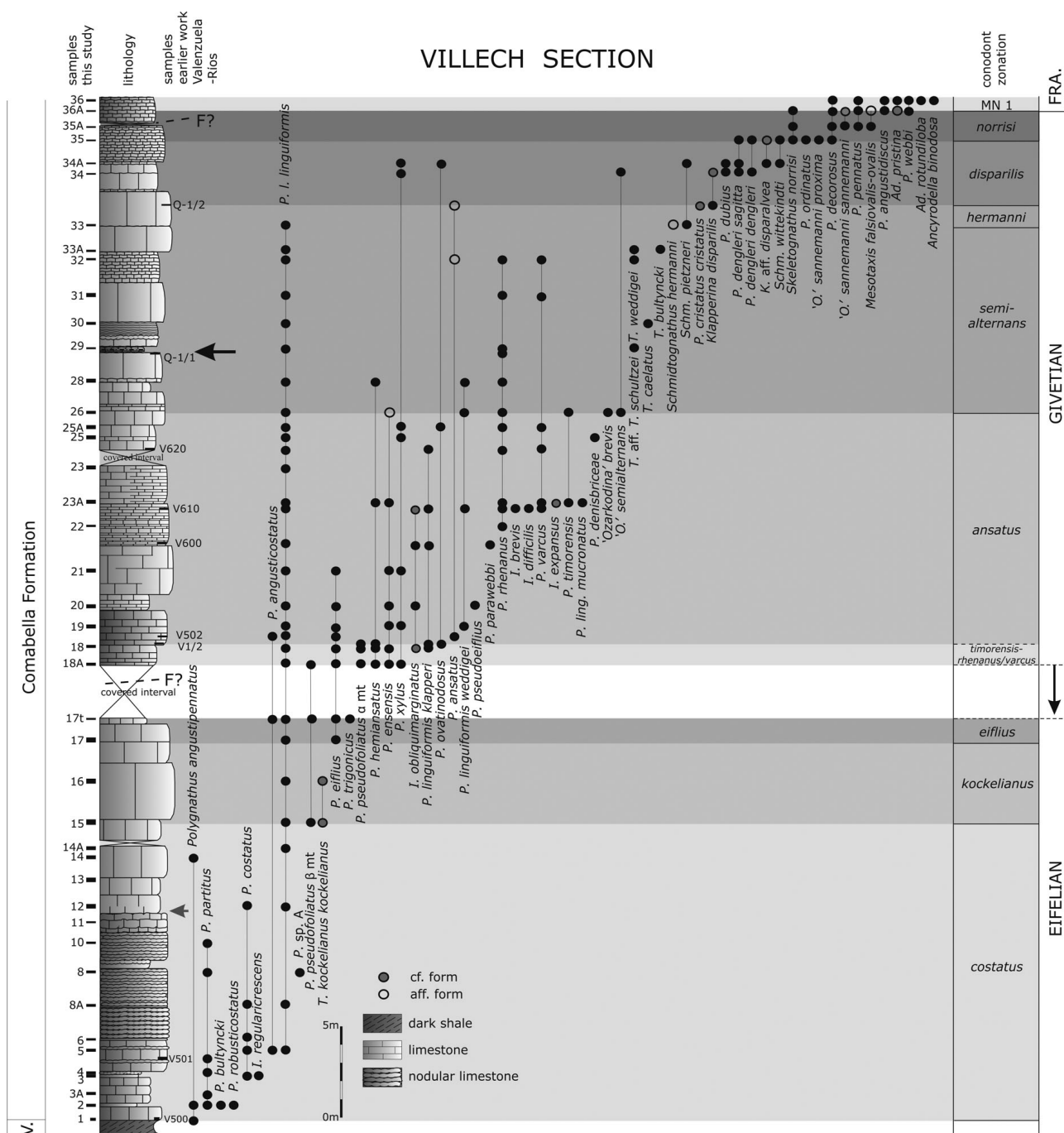


Figure 3. Lithology and conodont distribution of the Villech section. Two possible faults are indicated (F). The Boersma limit between the Villech Formation and the Compté A Member starts at the base of sample Vi-1/12 (grey arrow). The black arrow indicates the position of the black limestone/shale deposit. Samples 1 to 36 are indicated in the text with Vi-1/1 to Vi-1/36. The sample names are shortened in the figure to save space. Samples from an earlier study by Valenzuela-Ríos are indicated on the right side of the lithologic column. The Villech Formation is indicated with the abbreviation V.

inferred between those samples. The occurrence of *Ad. pristina* in the latter indicates the base of the Frasnian (within the *falsiovalis* Zone). Sample 36 shows the joint entry of *Ad. rotundiloba* s.s. and *Ad. binodosa*. These first Frasnian beds correspond to the Montagne Noire 1 Zone (MN1, Klapper 1989).

Comparison with another section from the Compté “subfacies area”

One other section from the Compté “subfacies area” of the Spanish Central Pyrenees was recently studied for its conodont biostratigraphy: the Compté section (Liao &

Table 1. Distribution and number of conodonts in the Villech section (part 1).

[illegible]

Table 1. Distribution and number of conodonts in the Villech section (part 2).[illegible]

Table 1. Distribution and number of conodonts in the Villech section (part 3).

| | | | | | | | |
|---------|------|------|-----|------|------|--------|---|
| Vi-I/36 | 5.3 | 4.4 | 5.3 | 3.3 | 5.3 | 3.9 | Sample weight (kg) |
| | 4 | | | | | | <i>Ad. binodosa</i> |
| | 16 | 1cf | | | | | <i>Ad. pristina</i> |
| | 1 | | | | | | <i>Ad. pristina</i> → <i>Ad. rotundiloba</i> |
| | 2 | | | | | | <i>Ad. rotundiloba</i> s.s. |
| | | | 1cf | | 1aff | | <i>K. disparalvea</i> |
| | | | | | | 1cf | <i>K. disparilis</i> |
| | | 4aff | 1 | | | | <i>Mes. falsiovalis-ovalis</i> |
| | | | | 1 | | | "O." s. <i>proxima</i> |
| | | 1cf | 4 | | | | "O." s. <i>sannemannii</i> |
| | | | | | | 1 | "O." s. <i>semialternans</i> |
| | 3 | 1 | | | | | <i>P. angustidiscus</i> |
| | | | 3 | 2 | 1 | | <i>P. cristatus</i> ssp. |
| | 36 | 19 | 1 | 10 | | | <i>P. decoratus</i> |
| | | | | 1 | | 3 | <i>P. d. dengleri</i> |
| | | | | 2 | 7 | 1+1aff | <i>P. d. saggita</i> |
| | | | | | 3 | 7 | <i>P. dubius</i> |
| | | | | 1 | | | <i>P. ordinatus</i> |
| | | | | | 1 | | <i>P. ovatinodosus</i> |
| | 88 | 16 | 1 | | | | <i>P. pennatus</i> |
| | 1 | | | | | | <i>P. taftilensis</i> |
| | 8 | 1 | | | | | <i>P. webbi</i> |
| | | | | | 1 | 15 | <i>P. xylus</i> |
| | | | | 1 | 1 | | <i>Schm. wittekindti</i> |
| | | 2 | 1 | 3 | | | <i>Sk. norrisi</i> |
| | 2 | | | | | | <i>Ad. sp.</i> |
| | | | | | | 2 | <i>L. sp.</i> |
| | | | | | 5 | | <i>K. sp.</i> |
| | | | | | 1 | | "O." sp. |
| | 93 | | 4 | 1 | 4 | 2 | <i>P. sp.</i> |
| | | | | | | | coniforms |
| | 46 | 27 | 5 | 16 | 11 | 29 | ramiforms |
| | 300 | 72 | 20 | 39 | 36 | 62 | total conodonts |
| | 56.6 | 16.4 | 3.8 | 11.8 | 6.9 | 15.9 | conodonts/kg |

Valenzuela-Ríos 2008) located in the Compte “subfacies area” (about 50 km west of the Villech section). The detailed conodont biostratigraphic zonation scheme of this section allows a comparison with the biostratigraphic results of Villech section. The Compte section comprises the Givetian and the lowermost part of the Frasnian. The section shows a higher diversity in conodont taxa compared to the Villech section and comprises several stratigraphically important taxa absent in Villech (*I. lindensis*, *P. latifossatus*, *P. cristatus ectypus*, *Schm. peracutus*, *K. ovalis*, *K. unilabius* a.o.). It is considered the reference section for the Givetian of the Spanish Central Pyrenees.

In the Compte section the conodont fauna retrieved from the lowermost part of the section does not allow a distinction between the *hemiansatus* and *timorensis* zones; in the Villech section the lowermost sample containing a Givetian fauna (sample right above a covered interval) is assigned to the *timorensis-rhenanus/varcus* zones. The sample below the covered interval is placed in the *eiflii* Zone, indicating that the *ensensis* and *hemiansatus* zones are covered or maybe missing. So far, in the Compte “subfacies area”, no deposits can be with certainty assigned to the *ensensis* and *hemiansatus* zones. The *timorensis-rhenanus/varcus* zones interval and the *ansatus* Zone have been identified in both sections and demonstrate a considerable variation in thickness of the deposits assigned to those zones. The difference in thickness is also observed in the *latifossatus-semialternans* Zone in the sections. While reaching only one half meter in the Compte section, the deposits of the *semialternans* Zone are 10 m thick in the Villech section. The thickness varies less in the *hermanni*, *disparilis* and *norrissi* zones. In both sections, the base of the Frasnian is marked by the appearance of the first early ancyrodellids.

The inconsistent thickness variation of the deposits in the two sections and/or the possible absence of certain conodont zones suggest synsedimentary tectonic activity in the area in the Middle Devonian (also indicated by the presence of slumps in the Villech section, Fig. 2H).

Systematic palaeontology

The conodont species discussed and illustrated here are the biostratigraphically most relevant ones or conodont specimens with a more problematic identification due to the bad preservation. The specimens of the Villech section are deposited in the conodont collection at the University of Valencia (Spain) and indicated by the according Museum collection numbers (MGUV).

Ozarkodina species in this paper are mentioned as “*Ozarkodina*” following the reviewed diagnosis of the genus by Murphy *et al.* (2004). In this reviewed diagnosis the genus name *Ozarkodina* is restricted to apparatus with Pa

element characterised by (Murphy *et al.* 2004) a high sail-like or fan-like set of denticles of the anteriormost part of the blade that are separated from the rest of the denticle row by a slight offset, a space or a distinct change in denticulation style. The Pa element has small basal platform lobes and a small basal cavity of which the anterior margin is situated in the anterior half of the blade. A stepped lower profile of the element is common. Species that were formerly classified under this genus but that do not show all these characteristics are here indicated by “*Ozarkodina*”.

Genus *Ancyrodella* Ulrich & Bassler, 1926

Type species. – *Ancyrodella nodosa* Ulrich & Bassler, 1926.

Ancyrodella binodosa Uyeno, 1967

Figure 6F, G

- 1967 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* n. subsp.; Uyeno, pp. 4, 5, pl. 1, figs 2, 4, 5.
- 1980 *Ancyrodella binodosa* Uyeno. – Bultynck & Hollard, p. 28, pl. 10, fig. 4.
- 1981 *Ancyrodella binodosa* ♂ morphotype. – Bultynck & Jacobs, pl. 9, figs 4, 5, 7, 8 (only).
- 1989 *Ancyrodella binodosa* Uyeno. – Sandberg, Ziegler & Bultynck, p. 209, pl. 1, figs 1, 2, text-fig. 2, fig. 1.
- 2007 *Ancyrodella binodosa* Uyeno. – Aboussalam & Becker, figs 9I, J.

Remarks. – In the original concept of *Ad. binodosa* (Uyeno, 1967), only specimens with an ornamentation on the upper surface that is confined to just two large nodes, one on each platform lobe, were included. Bultynck & Jacobs (1981) extended the concept by emphasising the importance of the basal pit size as the main criterion in the distinction with *Ad. rotundiloba* and by this included in *Ad. binodosa* specimens with upper platform surfaces covered with numerous large nodes. The latter were included in the early morphotypes of *Ad. rotundiloba* by Klapper (1985).

In upper view, the figured specimen shows two distinct rounded platform lobes, each one bearing one node. The carina is straight and consists of a row of small distinct denticles. The free blade is straight and consists, besides small denticles, of two markedly larger and higher denticles immediately behind the anteriormost smaller denticle. The basal pit is large and cruciform. The platform lobes are situated just posterior of the midlength of the element. Posterior of the lobes, the platform is very narrow and does not reach the posterior end.

The specimen can be distinguished from *Ad. pristina* by the shape of the platform that shows two distinct rounded

platform lobes and differs from the more triangular platform shape of *Ad. pristina*, by the absence of marginal nodes next to the single large node on each platform half, the absence of small secondary keels and by the larger basal pit.

In the Villech section, *Ad. binodosa* does not precede *Ad. pristina*, but its lowest occurrence takes place above the first appearance of *Ad. pristina* in sample Vi-I/36A. In sample Vi-I/36 several specimens are found that resemble *Ad. binodosa* in shape, but do not have any nodes (or at most a slight start of a node) on the platform. Their basal pit extends under the entire element, while in *Ad. binodosa*, the basal pit is cruciform or T-shaped. These specimens are considered juvenile forms. The smallest forms of most species of *Ancyrodella* generally have similar morphology. They are mentioned in this study as *Ancyrodella binodosa* juvenile form. (Fig. 6D, E). Similar forms were figured from Blauer Bruch (Germany) by Sandberg *et al.* (1989, pl. 1, figs 7, 8). A similar form was also illustrated as part of the ontogenetic series 2 of *Ancyrodella* by Miller (2007, figs 3U, V). The specimen illustrated in Fig. 6I, J can be seen as a transitional form between *Ad. binodosa* and *Ad. pristina* or a more advanced specimen of *Ad. binodosa*. The specimen still bears the two distinctively rounded platform lobes characteristic for *Ad. binodosa* but marginal nodes are already present on the platform around the two large nodes and aside of the carina. The basal pit is cruciform and smaller than the one typical for specimens of *Ad. binodosa*. One lateral keel, which does not reach the platform edge, is developed.

Stratigraphical distribution. – Lower *falsiovalis* Zone (Sandberg *et al.* 1989); MN 1 Zone (Aboussalam & Becker 2007, Narkiewicz & Bultynck 2011), within the Lower *falsiovalis* Zone to the base of the *punctata* Zone (MN 1–4) (Gouwy *et al.* 2007), within MN 1, 2 zones (Narkiewicz & Bultynck 2010).

Material. – 4 specimens from sample Vi-I/36.

***Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970**

Figure 6L, M

- 1970 *Ancyrodella pristina* n. sp.; Khalymbadzha & Chernysheva, pp. 88, 89, pl. 1, figs 3–8.
- 1981 *Ancyrodella binodosa* Uyeno. – Bultynck & Jacobs, pp. 16, 17, pl. VIII, figs 1–10, 13, 14; pl. IX, figs 1–3, 6.
- 1985 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant). – Klapper, pl. 1, figs 1–14; pl. 2, figs 1–5, 2–8; pl. 3, figs 7, 8.
- 1989 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva. – Sandberg, Ziegler & Bultynck, pp. 210, 211, text-

figs 2.2–2.4, pl. 1, figs 3, 4, 13, 14 [non figs 9, 10 = *Ad. soluta*].

- 2007 *Ancyrodella rotundiloba pristina* Khalymbadzha & Chernysheva. – Aboussalam & Becker, pp. 364, 365, figs 9K, L, O–R.
- 2007 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva. – Miller, p. 445, figs 2A–2Y.
- 2008 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva. – Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 2, 3, 7, fig. 6J [only].

Remarks. – The concept of *Ad. pristina* used here follows the definition of the early morphotype of *Ad. rotundiloba* by Klapper (1985) and is also according to the interpretation of Aboussalam (2003). The most important features to distinguish this species are the subtriangular platform outline and the size of the basal pit which is about half of the platform width. The Villech population contains simple ontogenetic stages with a slight lanceolate platform shape, very few marginal nodes and two straight anterior platform margins (Fig. 6L, M, *Ad. pristina* morphotype 2 of Sandberg *et al.* 1989) and the more advanced ontogenetic stages with more secondary nodes and rounded anterior platform on one side (*Ad. pristina* morphotype 3 of Sandberg *et al.* 1989).

Stratigraphical distribution. – MN 1 Zone (Aboussalam & Becker 2007), within the Lower *falsiovalis* Zone (Sandberg *et al.* 1989, Gouwy *et al.* 2007), MN 1, 2 (Liao & Valenzuela-Ríos 2008).

Material. – 17 specimens in samples Vi-I/36A (1 cf.), Vi-I/36 (16).

***Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921)**

Figure 6P, Q

- 1921 *Polygnathus rotundilobus* sp. nov.; Bryant, pp. 26, 27, pl. 12, figs 1–6.
- 1980 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant). – Bultynck & Hollard, p. 38, pl. 10, fig. 7.
- 1981 *Ancyrodella binodosa* Uyeno. – Bultynck & Jacobs, pp. 16, 17, pl. VIII, figs 11, 12.
- 1981 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant). – Bultynck & Jacobs, pp. 17, 18, pl. X, figs 5, 8, 9.
- 1985 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant). – Klapper, pp. 24–27, pl. 1, figs 15–20; pl. 2, figs 9–12; pl. 3, figs 5, 6; pl. 4, figs 9–12.
- 1989 *Ancyrodella soluta* n. sp. – Sandberg, Ziegler & Bultynck, pp. 211, 212, pl. 1, figs 5, 6; pl. 2, figs 1–4; text-fig. 2, figs 5–7.
- 1994 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant). – Kralick, figs 3.21 to 3.24.
- 2007 *Ancyrodella rotundiloba soluta* Sandberg, Ziegler & Bultynck. – Aboussalam, p. 364.

2007 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant). – Miller, pp. 445, 446, figs 3A–G, 3K–P, S–V.

2008 *Ancyrodella soluta* Sandberg, Ziegler & Bultynck. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 7, figs 6K–P.

Remarks. – The figured specimen shows a lanceolate to triangular shaped platform ornamented with nodes. Two slightly larger nodes are situated in the middle part of the anterior half of the platform, one on each side of the carina. They are surrounded by marginal nodes and nodes situated in between the two larger nodes and the marginal nodes. On the lower platform side, the basal pit is rather small and cruciform. Small keels are developed as extensions of the pit, but do not reach the platform margins.

The taxonomy of the early ancyrodelellids has been the topic of many discussions in the last few decades, especially when it concerns the validity of the *Ad. soluta* species. The authors here follow the opinion of Kralick (1994), Klapper (2000) and Miller (2007) in that *Ad. soluta* is not a valid species. Most of the original type specimen of Sandberg *et al.* (1989) cannot be distinguished from *Ad. pristina* and the holotype itself is a good representative of *Ad. rotundiloba* s.s. (late form of Klapper 1985). Kralick (1994) and Klapper (2000) suggested that *Ad. soluta* and *Ad. pristina* are not sufficiently distinguishable from each other to exist as separate species. Miller (2007) studied the ontogenetic series of early ancyrodelellids amongst which *Ad. pristina* and *Ad. rotundiloba* and concluded that, after comparing several morphological trends, that the platform width to basal pit width ratio and platform shape are not such good criteria to distinguish between the species since they are observed to change within the ontogenetic series of both species. *Ancyrodella rotundiloba* s.s. is distinguished from *Ad. pristina* by more and denser nodes on the platform (one to several nodes inserted between the marginal nodes and the carina). The figured specimen Fig. 6N, O is a more evolved form of *Ad. pristina* compared to Fig. 6L, M (more platform nodes and smaller basal pit) and can be a transitional form with *Ad. rotundiloba* s.s. based on the platform ornamentation. Only two specimens of *Ad. rotundiloba* s.s. have been recovered, both found in sample Vi-I/36.

Stratigraphical distribution. – From within the Lower *falsiovalis* Zone till into the *transitans* Zone (Sandberg *et al.* 1989; MN 1–4).

Material. – 2 specimens in sample Vi-I/36.

Genus *Klapperina* Lane, Müller & Ziegler, 1979

Type species. – *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper, 1968).

Klapperina cf. *K. disparalvea* (Orr & Klapper, 1968) Figure 5O, P

1968 *Palmatolepis?* *disparalvea* n. sp.; Orr & Klapper, pl. 140, fig. 1–11.

1976 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper. – Ziegler, Klapper & Johnson, p. 119, pl. 1, fig. 23.

1980 *Palmatolepis disparalvea* Orr & Klapper. – Bultynck & Hollard, p. 41, pl. VIII, figs 20a, b.

2007 *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper). – Over, figs 10.21–10.22.

Remarks. – The figured specimen has the characteristic asymmetric platform with a broad outer lobe, located anterior to the position of the distinctive central node and delimited by a faint anterior sinus. A posterior sinus is not visible since the platform margin is missing in that position. The platform surface is covered with rather coarse irregularly placed nodes. The broad L-shaped basal pit is large, shallow and situated in the posterior half of the platform, covering $\frac{3}{4}$ of the posterior platform length.

K. disparalvea can be distinguished from *K. disparilis* by the presence of a well-differentiated outer platform lobe, a larger basal pit and the coarser nodes on the upper platform.

Stratigraphical distribution. – The species first occurs at the base of the *disparilis* Zone and ranges up to the top of the *norrisi* Zone (Aboussalam 2003).

Material. – 2 specimens from samples Vi-I/34A (1aff), Vi-I/ 35 (1cf).

Klapperina cf. *K. disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976) Figure 5S, T

1976 *Palmatolepis disparilis* n. sp.; Ziegler, Klapper & Johnson, p. 119, pl. 1, figs 18–22, 24–31.

1982 *Palmatolepis disparilis* Ziegler & Klapper. – Ziegler & Klapper, p. 467, pl. 3, figs 5, 7–15.

2003 *Klapperina disparilis* Ziegler & Klapper. – Aboussalam, p. 170, pl. 19, figs 13–14.

2007 *Klapperina disparilis* Ziegler & Klapper. – Aboussalam & Becker, fig. 9e.

2008 *Klapperina disparilis* Ziegler & Klapper. – Liao & Valenzuela-Ríos, p. 8, figs 5K, L (transitional form between *P. cristatus* and *K. disparilis*), 5Q, R.

Remarks. – Only the posterior half of the platform, carrying the basal pit and part of the anterior half of the platform were preserved from the specimen found in sample Vi-I/34. The preserved part has an oval-shaped platform margin without lobe and bears moderate size nodes in a

chaotic arrangement on its upper side. The central node is not markedly larger than the nodes of the posterior part of the carina. The carina does not reach the posterior tip of the platform. A medium size L-shaped basal pit is developed on the lower side of the platform, covering slightly less than half of the posterior platform length.

The broken specimen in sample Q-1/2 (Fig. 5M, N) shows a rather straight carina with large central node and moderate sized nodes on the upper platform. The carina does not reach the posterior end. The basal pit is large and L-shaped. Part of the basal plate is still attached to the lower surface. Although the specimen is broken, an initiation of a platform lobe can be seen on the lower view. A weak sinus in the platform margin is situated immediately posterior of the missing part. Showing characteristics of *K. disparalvea* (large L-shaped basal pit and large central node) but missing a well-developed outer platform lobe, this specimen can be seen as transitional between *K. disparilis* and *K. disparalvea*.

The species differs from *K. disparata* by the distinct L-shape of the basal pit in the former.

Stratigraphical distribution. – The species defines the base of the *disparilis* Zone (Klapper & Johnson 1990) and its range is restricted to this Zone (Narkiewicz & Bultynck 2010).

Material. – 2 specimens from samples Vi-I/ 34 (1), Q-1/2 (1).

Genus *Ozarkodina* Branson & Mehl, 1933

Type species. – *Ozarkodina typica* Branson & Mehl, 1933.

“*Ozarkodina*” *brevis* (Bischoff & Ziegler, 1957)

Figure 4P

- 1957 *Spathognathus brevis* n. sp.; Bischoff & Ziegler, p. 116, pl. 19, figs 24, 27–29.
- 1976 *Ozarkodina brevis* (Bischoff & Ziegler). – Ziegler *et al.*, pl. 3, figs 14–16.
- 1985 *Ozarkodina brevis* (Bischoff & Ziegler). – Olivieri, pl. 2, figs 9–11.
- 2003 *Ozarkodina brevis* (Bischoff & Ziegler). – Aboussalam, p. 171, pl. 28, fig. 18.

Remarks. – The figured specimen is an “*Ozarkodina*” species with a short denticulated (11 denticles) blade. The blade is two times as long as it is high with a small deep rectangular-shaped basal cavity covering the posterior third of the blade and situated at its posterior end. The denticles of the blade (partially fused at their bases) are of equal size and height in the middle part of the blade and decline in height to the anterior end. The posteriormost

denticle is the broadest and is slightly inclined posteriorward.

Stratigraphical distribution. – The species is found from the upper part of the Lower *varcus* Zone (Weddige 1977) till up to the *norrisi* Zone (Klapper *in* Ziegler 1977).

Material. – 2 specimens in sample Vi-I/26.

“*Ozarkodina*” *sannemanni proxima* Pollock, 1968

Figure 5H

- 1968 *Spathognathodus sannemanni proxima* n. subsp.; Pollock, pp. 439, 440, pl. 63, figs 8, 9, 12, 13, 18, 19.
- 2003 *Ozarkodina sannemanni proxima* Pollock. – Aboussalam, p. 173, pl. 24, figs 11, 12.
- 2007 *Ozarkodina sannemanni proxima* Pollock. – Aboussalam & Becker, fig. 8P.

Remarks. – The figured specimen has a distinct outward bended anterior part of the blade. The denticles on the blade, partially fused at their bases, are larger on the anterior part of the blade. The basal cavity, situated in the posterior middle part of the blade, shows two lateral platform-like rounded expansions of which the inner one is only weakly developed and has a smooth upper surface. The outer lateral expansion carries one large node. The specimen can be distinguished from “*O.*” *sannemanni sannemanni* by the only weak development of the inner lateral expansion of the basal cavity and by the presence of only one node on only the outer lateral expansion. “*O.*” *sannemanni sannemanni* is characterised by at least one node on both well-developed lateral expansions.

Stratigraphical distribution. – The species appears at the base of the *hermanni* Zone and goes up into the *transitans* Zone (Pollock 1968). In the Villech section the species has been found in the *norrisi* Zone.

Material. – 2 specimens in sample Vi-I/35.

“*Ozarkodina*” *semialternans* (Wirth, 1967)

Figure 4Q

- 1967 *Spathognathodus semialternans* n. sp.; Wirth, text-figs 14a, b, pl. 23, figs 6–10.
- 1976 *Ozarkodina semialternans* (Wirth). – Ziegler, Klapper & Johnson, pp. 118, 119, pl. 3, figs 22–24.
- 1980 *Polygnathus semialternans* (Wirth). – Bultynck & Hollard, p. 45, pl. VIII, figs 5, 6.
- 1987 *Polygnathus semialternans* (Wirth). – Bultynck, p. 162.

2003 *Ozarkodina semialternans* (Wirth). – Aboussalam, pp. 173, 174, pl. 24, figs 1–7.

Remarks. – The figured specimen has a long blade, with anterior denticles that are somewhat broader than the posterior ones. An alternation of broad and narrower denticles is present only in the middle part of the blade immediately anterior of the basal cavity. This feature is mentioned in the revised description of Ziegler *et al.* (1976) as possibly present in the anterior part of the blade but usually absent in larger specimens. Some of the specimens illustrated by Aboussalam (2003) lack this alternation.

The denticles of the figured specimen decrease in height in the posterior third of the blade. The basal cavity is situated in the posterior third of the unit. The anterior lower margin of the blade is convex, is slightly turning upwards under the basal cavity and is bending down again behind the cavity in the posterior part of the blade.

Stratigraphical distribution. – The species first appears in the uppermost part of the Middle *varcus* Zone and goes up into the *norrisi* Zone (Norris & Uyeno 1982, Aboussalam 2003). The species defines the base of the *semialternans/latifossatus* Zone (Bultynck 1987).

Material. – 2 specimens from samples Vi-I/26 (1), Vi-I/34 (1).

Genus *Polygnathus* Hinde, 1879

Type species. – *Polygnathus dubius* Hinde, 1879.

Polygnathus angusticostatus Wittekindt, 1966 Figure 4N

- 1966 *Polygnathus angusticostatus* n. sp.; Wittekindt, p. 631, pl. 1, figs 15–18.
- 1971 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt. – Klapper, p. 65, pl. 3, figs 21–25.
- 1980 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt. – Bultynck & Hollard, p. 41, pl. 3, figs 10a, b, 17.

1988 *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt. – Sparling, fig. 15.6.

Remarks. – The figured specimen has a small platform with short transverse ridges separated from the carina by wide adcarinal grooves. The small platform is triangular. The platform margins are subparallel to the carina in the anterior part of the platform. The carina extends posterior of the platform by two nodes. The pit is located between the mid-length and the anterior end of the platform and is of moderate size.

The species can be distinguished from *P. robusticostatus* by its posterior extension of the carina beyond the platform.

Stratigraphical distribution. – The species appears at the base of the *costatus* Zone (Belka *et al.* 1997) and the upper part of the zone in the Ardennes and the Eifel area (Weddige 1977). It ranges up to the base of the *ensensis* Zone in the Anti-Atlas (Belka *et al.* 1997) and to the lower part of the *hemiansatus* Zone in the Ardennes (Gouwy & Bultynck 2003).

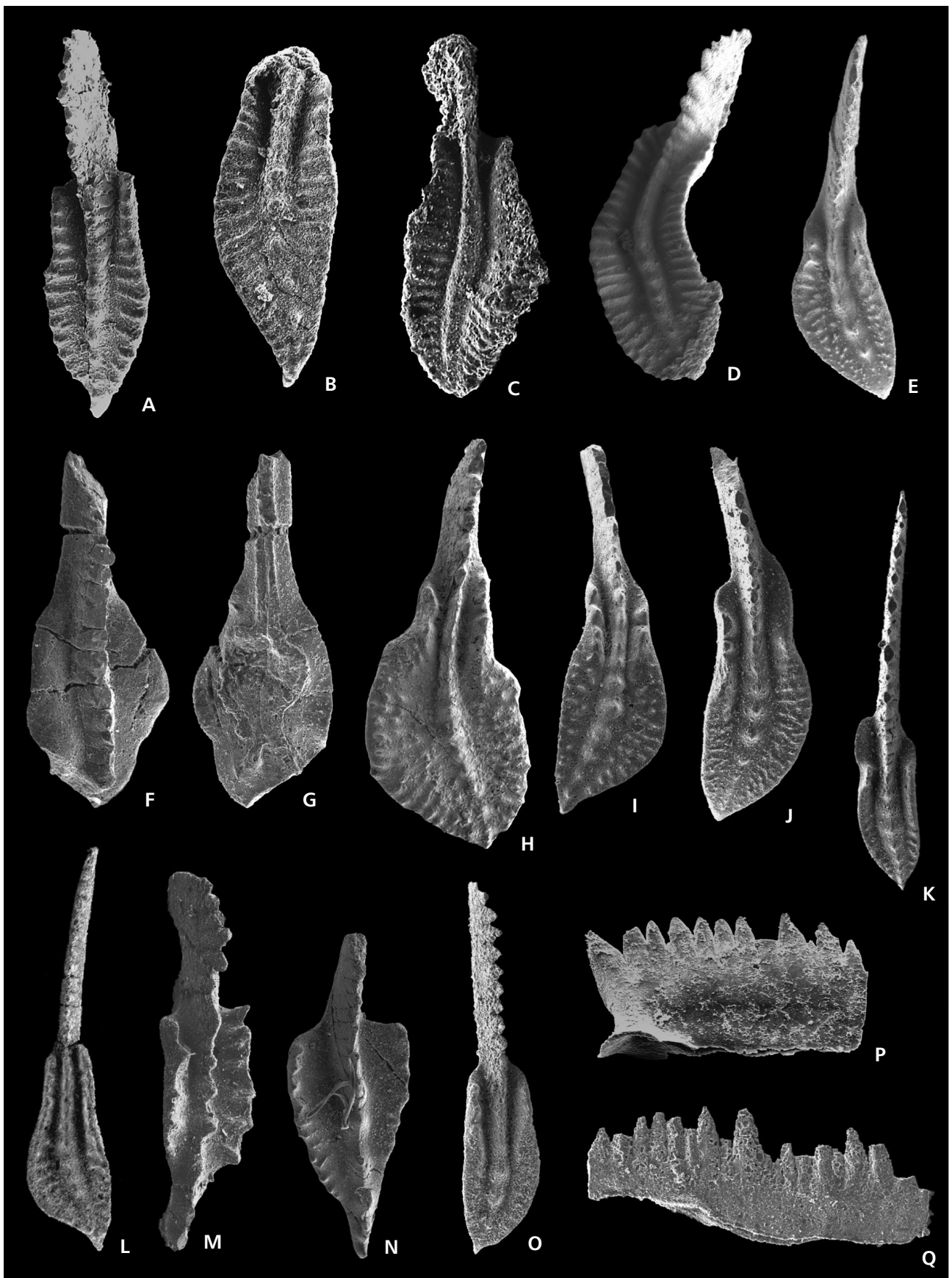
Material. – 5 specimens from samples Vi-I/5 (2), Vi-I/17t (1), V502 (2).

Polygnathus angustipennatus Bischoff & Ziegler, 1957 Figure 4M

- 1957 *Polygnathus angustipennatus* n. sp.; Bischoff & Ziegler, p. 85, pl. 2, fig. 16; pl. 3, figs 1–3.
- 1971 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler. – Klapper, p. 65, pl. 3, fig. 27.
- 1980 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler. – Bultynck & Hollard, p. 41, pl. 3, figs 9a, b.
- 1987 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler. – Bultynck, pl. 9, fig. 15.
- 1988 *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler. – Sparling, fig. 15.5.

Remarks. – The figured specimen shows a small platform that occupies one third of the total length of the unit. The

Figure 4. A – *Polygnathus* sp. A, upper view, Vi-I/8 MGUV6002, × 80. • B – *Polygnathus partitus* Klapper, Ziegler & Mashkova, 1978, upper view, Vi-I/8 MGUV6003, × 63. • C, D – *Polygnathus costatus* Klapper, 1971, upper views, 3: Vi-I/3, MGUV6004, × 37; 4: Vi-I/5, MGUV6005, × 42. • E – *Polygnathus pseudofolius* Wittekindt, 1966, α morphotype Walliser & Bultynck, 2011, upper view, Vi-I/18 MGUV6011, × 41. • F, G – *Tortodus* cf. *T. kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957), upper and lower views, Vi-I/15 MGUV6006, × 61. • H – *Polygnathus pseudoeiflii* Walliser & Bultynck, 2011, upper view, Vi-I/20 MGUV6012, × 57. • I – *Polygnathus eiflii* Bischoff & Ziegler, 1957, upper view, Vi-I/19 MGUV6015, × 59. • J – *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987, upper view, Vi-I/18 MGUV6016, × 56. • K – *Polygnathus* aff. *P. ansatus* Ziegler & Klapper, 1976, upper view, Vi-I/32 MGUV6014, × 54. • L – *Polygnathus denisbriceae* Bultynck, 1979, upper view, Vi-I/25 MGUV6013, × 37. • M – *Polygnathus angustipennatus* Bischoff & Ziegler, 1957, upper view, V500 MGUV6001, × 80. • N – *Polygnathus angusticostatus* Wittekindt, 1966, upper view, Vi-I/5 MGUV6022, × 58. • O – *Polygnathus ensensis* Ziegler & Klapper, 1976; upper view, Vi-I/18, MGUV6021, × 67. • P – “*Ozarkodina*” *brevis* (Bischoff & Ziegler, 1957), lateral view, Vi-I/26 MGUV6017, × 100. • Q – “*Ozarkodina*” *semialternans* (Wirth, 1967), lateral view, Vi-I/34 MGUV6019, × 75.



high platform margins are more or less parallel and are ornamented with strong marginal ridges. The carina extends beyond the platform by three carina denticles.

P. angustipennatus can be distinguished from *P. angusticostatus* by the more restricted platform development and a longer and higher free blade.

Stratigraphical distribution. – The species appears from the lowermost part of the *costatus* Zone (Belka *et al.* 1997). Bultynck & Hollard (1980) report a *P. aff. P. angustipennatus* from the upper part of the *partitus* Zone. *P. angustipennatus* ranges up till the lowermost part of the *hemiansatus* Zone (Bultynck 1987, Gouwy & Bultynck 2002).

Material. – 1 specimen from samples V 500.

***Polygnathus aff. P. ansatus* Ziegler & Klapper, 1976**

Figures 4K, 5F

Remarks. – Both figured specimens show a long, slender and slightly sideward bowed platform ornamented with thin transverse ridges separated from the carina by adcarinal grooves. The wide carina reaches the posterior tip and continues slightly beyond the margins of the platform. Both anterior trough margins are bowed; the inner one only slightly. The small basal pit is situated in the anterior part of the platform. Both specimens resemble *P. ansatus* in the bowing of the anterior through margins but are distinguished from the typical specimens by the broader carina consisting of almost completely fused nodes, the somewhat wider platform and the less deep adcarinal grooves. Moreover, the Fig. 4K specimen differs from *P. ansatus* by the anterior ends of the anterior through margins meeting the blade at different positions; the Fig. 5F specimen differs by the non-opposite geniculation points.

Stratigraphical distribution. – Base of the *disparilis* Zone.

Material. – 2 specimens from samples Q-1/2 (1) and Vi-I/32 (1).

***Polygnathus costatus* Klapper, 1971**

Figure 4C, D

- 1971 *Polygnathus costatus costatus* subsp. nov. – Klapper, p. 63, pl. 1, figs 30–36; pl. 2, figs 1–7.
- 1978 *Polygnathus costatus costatus* Klapper. – Klapper *et al.*, pl. 2, figs ?10, ?11, 12.
- 1983 *Polygnathus costatus costatus* Klapper. – Sparling, pl. 10, figs AB, AC; pl. 11, figs AB, AC, AF, AG.
- 1985 *Polygnathus costatus costatus* Klapper. – Bultynck, p. 270, pl. 8, figs 13–17.

2009 *Polygnathus costatus costatus* Klapper. – Berkyová, pp. 676, 678, pl. 6I–L.

2011 *Polygnathus costatus* Klapper. – Vodrážková, Klapper & Murphy, p. 742, figs 6A–I, K, L.

Remarks. – Specimens have a platform with an outer platform side that is slightly wider than the inner platform side. The platform is curved, long and narrow. The anterior platform margins are constricted, the platform is widest in its posterior third. The platform is ornamented with thin, long, densely spaced ridges, separated from the carina by deep, narrow grooves. The grooves become less deep, but are still narrow, closer to the posterior end of the platform. The carina reaches the posterior end. The pit is situated more or less at the first third of the platform.

P. costatus can be distinguished from *P. patulus* and *P. partitus* by the width of the platform, which is largest in its posterior third. The platform bears more densely spaced transverse ridges compared with the other two subspecies. *P. costatus* has a more constricted anterior platform than *P. patulus* and has more rounded posterior margins compared to *P. partitus*.

Stratigraphical distribution. – The first appearance of the species defines the base of the *costatus* Zone. *Polygnathus costatus* ranges up till halfway the *australis* Zone in Morocco (Belka *et al.* 1997) and up to the *kockelianus* Zone in the Eifel region (Weddige 1977).

Material. – 16 specimens from samples Vi-I/3 (2), Vi-I/5 (9), Vi-I/6 (2), Vi-I/8A (2), Vi-I/12 (1).

***Polygnathus cf. P. cristatus cristatus* Hinde, 1879**

Figure 5Q, R

1879 *Polygnathus cristata* n. sp.; Hinde, p. 366, pl. 7, fig. 11.

2008 *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde. – Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 8, 9, figs 5M, N.

Remarks. – The specimen found in sample Q-1/2 is fragmentary. The fragment is rather thick and is ornamented with coarse nodes that are arranged in rows parallel to the carina. The platform is broken right through the basal pit.

The specimen fragment differs from specimens of *K. disparilis* or *P. cristatus ectypus* by the orderly arranged platform nodes. Aboussalam & Becker (2007) restrict the definition of the subspecies and assign only specimens with partly fused platform nodes to it.

Stratigraphical and geographical distribution. – The subspecies has its first appearance in the *hermanni* Zone and ranges up within the Upper *disparilis* Zone (Klapper & Johnson 1990).

Material. – One specimen from sample Q-1/2.

***Polygnathus* aff. *P. dengleri sagitta* Aboussalam & Becker, 2007**

Figure 6B, C

Remarks. – The figured specimen does not show the typical subtriangular, sagittate platform but a subtriangular to somewhat oval shaped platform ornamented by strong transverse ridges that are separated from the carina by shallow adcarinal grooves. The short free blade consists of a few fused denticles. The anterior part of the carina is straight and formed by fused nodes; the posterior carina is formed by slightly merged nodes and reaches the pointed tip of the platform. The small basal pit is elongated and is located in the middle of the anterior half of the platform. The keel is slightly curved.

The specimen differs from *P. dengleri dengleri* by the shape of the platform and the more anterior position of the basal pit.

Stratigraphical distribution. – From the base of the *dengleri sagitta* Subzone (Aboussalam & Becker 2007) up to MN 3.

Material. – 1 specimen in sample Vi-I/34.

***Polygnathus eiflius* Bischoff & Ziegler, 1957**

Figure 4I

- 1957 *Polygnathus eiflia* n. sp.; Bischoff & Ziegler, pp. 89, 90, pl. 4, figs 5–7.
- 1977 *Polygnathus eiflius* Bischoff & Ziegler. – Weddige, p. 311, pl. 4, fig. 66.
- 2001 *Polygnathus eiflius* Bischoff & Ziegler. – Liao *et al.*, pp. 27, 28, pl. 3, figs 6, 8–9, 13.
- 2011 *Polygnathus eiflius* Bischoff & Ziegler. – Walliser & Bultynck, p. 11, pl. 1, fig. 6.

Remarks. – The modified description by Walliser & Bultynck (2011) is followed here, indicating *P. eiflius* by a platform with the typical short anterior symmetric rostrum with relatively high and mostly serrated margins that continue as diagonal ridges or rows of nodes. The platform is widest in the posterior half and shows a distinct convex curve in the outer platform margin. The inner platform margin is only slightly curved. The platform is ornamented with small rounded or elongated nodes.

Stratigraphical distribution. – The species ranges from the base of the *eiflius* Zone up to within the lower part of the *timorensis* Zone (Walliser & Bultynck 2011).

Material. – 26 specimens from samples Vi-I/17 (3), Vi-I/17t (1), Vi-I/18A (3), Vi-I/18 (1), Vi-I/19 (1), Vi-I/20 (14), Vi-I/21 (1), V502 (2).

***Polygnathus ensensis* Ziegler & Klapper, 1976**

Figures 4O, 5A (aff.)

- 1976 *Polygnathus xylus ensensis* n. sp.; Ziegler & Klapper, pp. 125–127, pl. 3, figs 4–9.
- 1987 *Polygnathus ensensis* Ziegler & Klapper. – Bultynck, p. 161, pl. 7, figs 1–6.
- 1989 *Polygnathus ensensis* Ziegler & Klapper. – Bultynck, pp. 97–99, pl. 2, figs 12–21.
- 2001 *Polygnathus xylus ensensis* Ziegler & Klapper. – Liao *et al.*, p. 40, pl. 3, fig. 23.

Remarks. – The figured specimen has distinctly serrated anterior platform margins, straight to steeply downward declined anterior trough margins joining the free blade at the same position and a posteriorly down-arched platform. The platform surface is smooth and has deep adcarinal troughs in the anterior part and shallow troughs in the posterior part. In lateral view the platform is down-arched (not figured). *Polygnathus* aff. *P. ensensis* in Fig. 5A, misses the down-arching of the platform typical for *P. ensensis* specimens but shows serrations on the inner anterior platform margin.

Polygnathus ensensis can be distinguished from *P. xylus* by the distinctly serrated anterior platform margins and the distinctly down-arched posterior platform.

Stratigraphical distribution. – *P. ensensis* ranges from the base of the *ensensis* Zone up to the uppermost part of the Middle *varcus* Zone (Liao & Valenzuela-Ríos 2008).

Material. – 21 specimens from samples Vi-I/18A (3), Vi-I/18 (5), Vi-I/19 (7), Vi-I/20 (3), Vi-I/21 (1), Vi-I/23A (1), Vi-I/26 (1 aff.).

***Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987**

Figure 4J

- 1980 *Polygnathus* aff. *P. ansatus* Ziegler & Klapper. – Bultynck & Hollard, p. 42, pl. 5, fig. 18; pl. 6, figs 2–4.
- 1985 *Polygnathus ansatus* Ziegler & Klapper. – Bultynck, p. 269, pl. 6, figs 19, 20.
- 1987 *Polygnathus hemiansatus* n. sp.; Bultynck, pp. 161, 162, pl. 7, figs 16–27; pl. 8, figs 1–7.
- 2008 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck. – Liao & Valenzuela-Ríos, figs 4A, B.
- 2011 *Polygnathus hemiansatus* Bultynck – Walliser & Bultynck, p. 12, pl. 1, figs 11–17.

Remarks. – The figured specimen shows the main characteristic of *P. hemiansatus*: outward bowing of the outer anterior trough margin, a straight inner anterior platform margin, a strong constriction posterior of the outer geniculation point. The inner anterior platform margin is serrated. The platform is ornamented with small nodes and small interrupted ridges. This specimen belongs to the β morphotype of Walliser & Bultynck (2011).

The species is distinguished from *P. ansatus* by the straight inner platform margin instead of the outward bowing of the inner margin in the latter. It is different from *P. timorensis* in the wider shape of the posterior platform and the shallow adcarinal grooves of the former.

Stratigraphical distribution. – The species defines the base of the *hemiansatus* Zone and ranges into the *ansatus* Zone (Walliser & Bultynck 2011).

Material. – 15 specimens from samples Vi-I/18A (4), Vi-I/18 (6), V1/2 (3), Vi-I/23A (1), Vi-I/28 (1).

***Polygnathus partitus* Klapper, Ziegler & Mashkova, 1978**

Figure 4B

- 1978 *Polygnathus costatus partitus* subsp. nov.; Klapper *et al.*, p. 109, pl. 2, figs 1–5, 13.
- 1985 *Polygnathus costatus partitus* Klapper, Ziegler & Mashkova. – Bultynck, p. 270, pl. 8, figs 19, 20.
- 1999 *Polygnathus costatus partitus* Klapper, Ziegler & Mashkova. – Gouwy *et al.*, pl. 1, fig. 6, table.
- 2009 *Polygnathus costatus partitus* Klapper, Ziegler & Mashkova. – Berkýová, pp. 675, 676, figs 5D–I.

Remarks. – Specimen has a slender, narrow, suboval platform with an outer platform that is slightly larger than the inner platform. The anterior platform margins are constricted. The inner and outer posterior margins tend to be straight and meet the posterior end of the platform to form a sagittate outline. The upper platform bears narrow, long trans-

verse ridges separated from the carina by adcarinal grooves that are relatively deep in the anterior part of the platform and shallow to flat in the posterior half. In some specimens the tip is slightly curved.

Polygnathus partitus can be distinguished from *P. costatus* by the wider platform at midlength, the straight inner and outer posterior margins, converging to form a sagittate outline, the less constricted or parallel anterior trough margins and less the densely spaced transverse ridges as ornamentation on the platform surface.

Stratigraphical distribution. – The first appearance of the species indicates the base of the *partitus* Zone. The species ranges up into the *costatus* Zone (Belka *et al.* 1997).

Material. – 7 specimens from samples Vi-I/2 (1), Vi-I/3A (2), Vi-I/4 (1), V501 (1), Vi-I/8 (1), Vi-I/10 (1).

***Polygnathus pseudoeiflius* Walliser & Bultynck, 2011**

Figure 4H

- 2010 *Polygnathus* aff. *P. eiflius* Bischoff & Ziegler. – Gouwy, p. 141, pl. 5, fig. 6.
- 2011 *Polygnathus pseudoeiflius* n. sp.; Walliser & Bultynck, p. 11, pl. 1, figs 3–5.

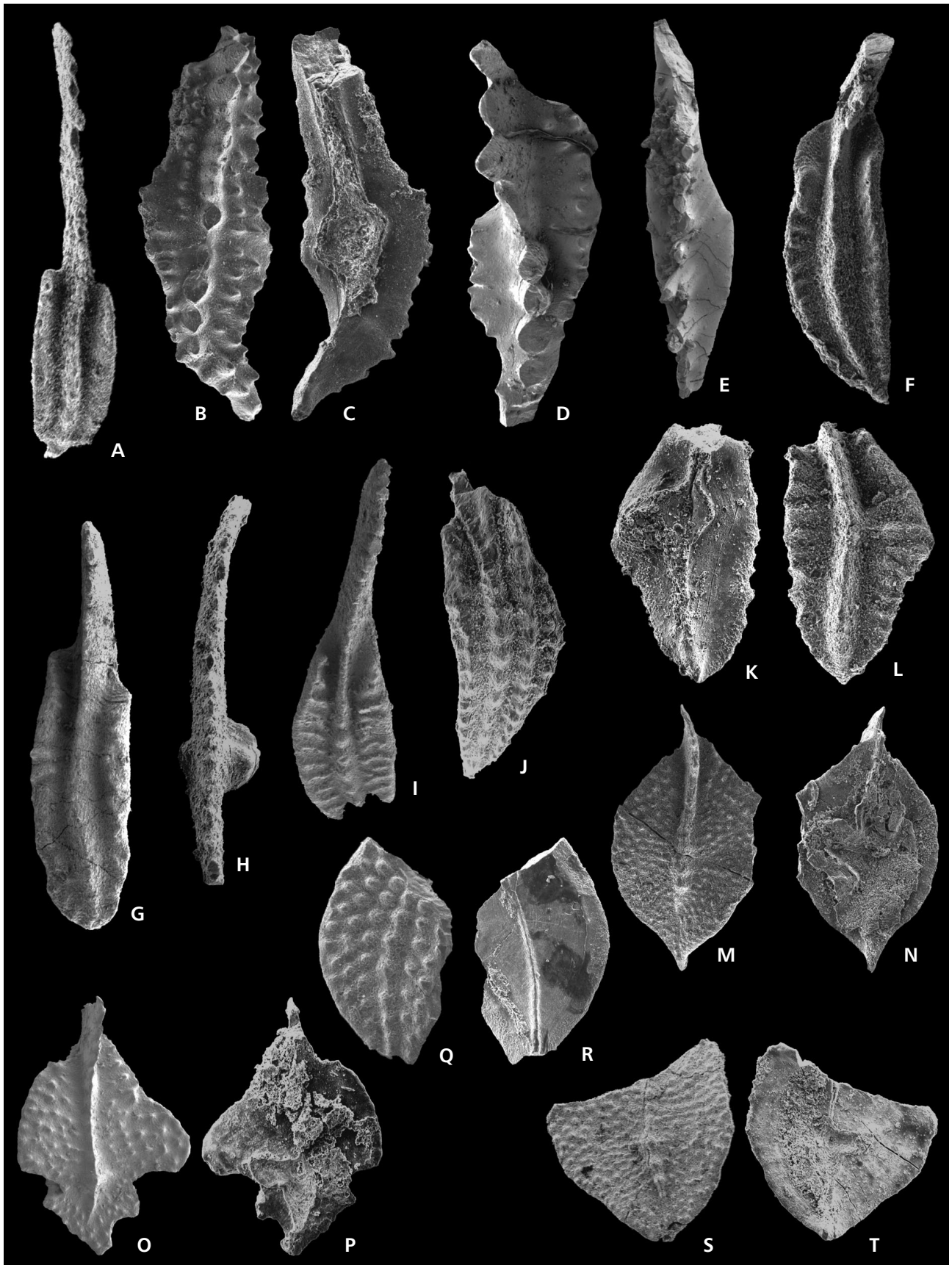
Remarks. – The specimen shows strongly constricted parallel anterior platform margins and a posterior outer and inner platform expansion in a strong convex curve. The inner anterior margin is serrated. The platform is ornamented with small nodes.

The specimen lacks the diagonal rostral ridges that are typical for *P. eiflius*.

Stratigraphical distribution. – Walliser & Bultynck (2011) situate the species from within the *kockelianus* Zone up to within the *timorensis* Zone. It is found in the lower part of the *ansatus* Zone in the Villech section.

Material. – 1 specimen from sample Vi-I/20.

Figure 5. A – *Polygnathus* aff. *P. ensensis* Ziegler & Klapper, 1976, upper view, Vi-I/26 MGUV6027, $\times 65$. • B, C – *Tortodus caelatus* (Bryant, 1921), upper and lower views, Vi-I/30 MGUV6028, $\times 45$. • D – *Tortodus* aff. *T. schultzei* Aboussalam, 2003, upper view, Vi-I/29 MGUV6029, $\times 49$. • E – *Tortodus bultyncki* Aboussalam, 2003, upper view, Vi-I/33A MGUV6030, $\times 45$. • F – *Polygnathus* aff. *P. ansatus* Ziegler & Klapper, 1976; upper view, Q-1/2, MGUV6023, $\times 24$. • G – *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler, 1966, upper view, Vi-I/33 MGUV6037, $\times 63$. • H – *Ozarkodina sannemanni* proxima Pollock, 1968, upper view, Vi-I/35 MGUV6038, $\times 62$. • I – *Polygnathus* cf. *P. tafilensis* Aboussalam & Becker, 2007, upper view, Vi-I/33 MGUV6036, $\times 57$. • J – *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1966, upper view, Vi-I/35 MGUV6039, $\times 65$. • K, L – *Schmidtognathus* aff. *Schm. hermanni* Ziegler, 1965, lower and upper views, Vi-I/33 MGUV6041, $\times 52$. • M, N – transitional form between *Klapperina disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976) and *Klapperina disparalvea* (Orr & Klapper, 1968), upper and lower views, Q-1/2, MGUV6035, $\times 44$. • O, P – *Klapperina* cf. *K. disparalvea* (Orr & Klapper, 1968), upper and lower views, Vi-I/35 MGUV6032, $\times 56$. • Q, R – *Polygnathus* cf. *P. cristatus cristatus* Hinde, 1879; upper and lower views, Q-1/2, MGUV6034, $\times 44$. • S, T – *Klapperina* cf. *K. disparilis* (Ziegler & Klapper, 1976), upper and lower views, Vi-I/34 MGUV6033, $\times 37$.



***Polygnathus pseudofolius* Wittekindt, 1966,
α morphotype Walliser & Bultynck, 2011**

Figure 4E

1966 *Polygnathus pseudofolius* n. sp.; Wittekindt, pp. 637, 638, pl. 2, figs 19–23.

2011 *Polygnathus pseudofolius* Wittekindt, morpho-
type α. – Walliser & Bultynck, p. 11, pl. 1, figs 1, 2.

Remarks. – The figured specimen has a slightly asymmetric platform that is constricted anteriorly (more constriction on the outer anterior side) and is covered with transverse ridges and small nodes, separated from the carina by adcarinal grooves. The platform is widest near its midlength. The inner anterior platform margin bears some small marginal nodes. The free blade is slightly less than ½ of the total length of the unit.

The species differs from *P. eiflius* by the absence of diagonal rostral ridges, and from *P. pseudoeiflius* by the greater constriction of the anterior platform in the latter. The α morphotype is distinguished from the β morphotype by its less distinct rostrum and broader platform with a predominant ornamentation of small nodes and irregular ribs.

Stratigraphical distribution. – *P. pseudofolius* morphotype α ranges from within the *kockelainus* Zone to the *ansatus* Zone (Walliser & Bultynck 2011).

Material. – 14 specimens from samples Vi-I/15 (2), Vi-I/17t (1), Vi-I/18A (8), Vi-I/18 (1), V1/2 (2).

***Polygnathus* cf. *P. tafiensis* Aboussalam & Becker, 2007**

Figure 5I

2007 *Polygnathus tafiensis* n. sp.; Aboussalam & Becker, p. 370, figs 5P–T.

Remarks. – The specimen has an asymmetric, flat platform ornamented with transverse ridges that almost touch the carina, separated by very narrow anteriorly situated adcarinal grooves. The platform is widest in the anterior half. The free blade seems shorter than the platform (posteriormost

part of the platform is missing). The posterior tip of the specimen is broken. The platform is constricted anteriorly.

The specimen differs from *P. pennatus* by having weaker ribs.

Stratigraphical distribution. – The *dengeri* to MN1 zones in the Anti-Atlas (Aboussalam & Becker 2007).

Material. – One specimen from sample Vi-I/33.

***Polygnathus* sp. A**

Figure 4A

Remarks. – The specimens show an almost symmetrical short and broad platform bearing rather coarse transverse ribs separated from the carina by rather deep and narrow adcarinal grooves. They are deeper anteriorly and flatten posteriorly. The platform margins are slightly constricted in the anterior half of the platform. The platform is widest near midlength. The posterior margins are slightly curved, reaching the carina anterior of the posteriormost denticle. The short free blade is high and consists of narrow partially fused denticles. The straight carina reaches the tip of the platform and continues with one denticle beyond the platform margin.

Stratigraphical distribution. – Both specimens are found in the *costatus* Zone.

Material. – 2 specimens from samples Vi-I/8 (2).

Genus *Schmidtognathus* Ziegler, 1966

Type species. – *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1966.

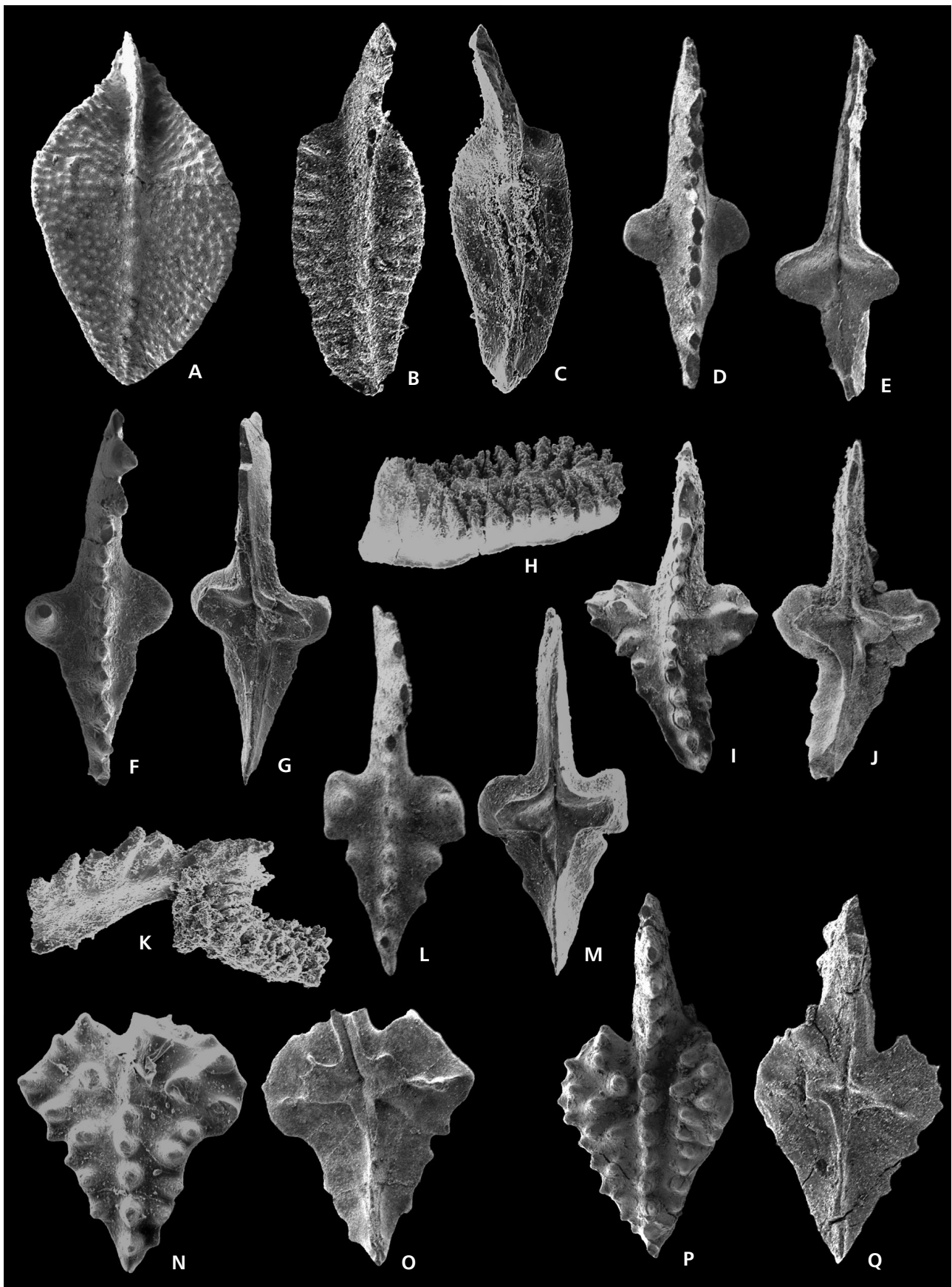
***Schmidtognathus* aff. *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1966**

Figure 5K, L

1966 *Schmidtognathus hermanni* n. sp.; Ziegler, pp. 664, 665, pl. 3, figs 5–26.

1973 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler. – Ziegler, Catalogue of conodonts, vol. 1, pp. 425, 426, *Schmidtognathus*, pl. 1, fig. 3.

Figure 6. A – *Mesotaxis falsovalis-ovalis*, upper view, Vi-I/36A MGUV6040, × 34. • B, C – *Polygnathus* aff. *P. dengleri sagitta* Aboussalam & Becker, 2007, upper and lower views, Vi-I/34 MGUV6043, × 45. • D, E – *Ancyrodella binodosa*; upper view of juvenile specimen MGUV6050, × 76 and lower view of juvenile specimen MGUV6052; Vi-I/36, × 77. • F, G – *Ancyrodella binodosa* Uyeno, 1967, upper and lower views, Vi-I/36 MGUV6049, × 65. • H, K – *Skeletognathus norrisi* (Uyeno, 1967); H – upper-lateral view of Pa-element MGUV6048, × 91; K – lateral view of Pb-element, MGUV6051, × 73, Vi-I/35. • I, J – transitional form between *Ancyrodella binodosa* Uyeno, 1967 and *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970; upper and lower views; Vi-I/36, MGUV6046, × 36. • L, M – *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha & Chernysheva, 1970, morphotype 2 of Sandberg *et al.* (1989); upper and lower views, Vi-I/36 MGUV6047, × 52. • N, O – *Ancyrodella pristina*, transitional form with *Ad. rotundiloba* (Bryant, 1921), upper and lower views, Vi-I/36 MGUV6045, × 43. • P, Q – *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant, 1921), late form of Klapper (1985), upper and lower views, Vi-I/36 MGUV6044, × 42.



2003 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler. – Aboussalam, pl. 20, figs 11, 12; pl. 21, figs 13, 16, 17, pl. 22, figs 1–5.

2008 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler. – Liao & Valenzuela-Ríos, pp. 9, 14, figs 5B, C.

Remarks. – The elongated asymmetric platform bears broad marginal ridges and is constricted in the anterior part. The outer anterior half of the platform is wider than the inner anterior half of the platform. The carina consists of completely fused nodes and is slightly curved. The anteriormost part of the platform and the free blade are missing. The large basal pit of Fig. 5K is clearly asymmetric, somewhat L-shaped and has raised margins.

The specimen differs from *Schm. pietzneri* by the more posterior position of the greatest platform width in the former.

Stratigraphical distribution. – The species ranges from the base of the *hermanni* Zone up to within the *norrissi* Zone (Aboussalam & Becker 2007).

Material. – 1 specimen from samples Vi-I/33 (1).

***Schmidtognathus pietzneri* Ziegler, 1966**

Figure 5G

1966 *Schmidtognathus pietzneri* n. sp.; Ziegler, pp. 666, 667, pl. 2, figs 11–25.

1973 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler. – Ziegler (ed.), Catalogue of conodonts, Vol. I, p. 431, *Schmidtognathus*, pl. 1, fig. 2.

1980 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler. – Bultynck & Hollard, pl. 9, figs 7, 8.

2003 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler. – Aboussalam, p. 193, pl. 21, figs 5–21.

2008 *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler. – Liao & Valenzuela-Ríos, figs 5G, H.

Remarks. – The long and narrow platform is slightly curved sideways. The platform margins bear nodes and are separated from the carina by adcarinal grooves. The outer adcarinal trough is deep and rather wide. The anterior platform margins join the free blade at different positions. The free blade is formed by almost completely fused denticles and continues into the slightly curved carina, consisting of completely fused nodes and reaching the posterior tip of the platform. The asymmetric basal pit is situated in the anterior half of the platform.

The species is distinguished from *Schm. wittekindti* by the pointed posterior part of the platform and the extra row of nodes parallel to the carina on both sides in the latter.

Stratigraphical distribution. – The species occurs from the

base of the *hermanni* Zone (Ziegler 1973) up into the Upper *disparilis* Zone (Bultynck & Hollard 1980, Narkiewicz & Bultynck 2010).

Material. – 1 specimen from sample Vi-I/33 (1).

***Schmidtognathus wittekindti* Ziegler, 1966**

Figure 5J

1966 *Schmidtognathus wittekindti* n. sp.; Ziegler, pp. 665, 666, pl. 1, figs 11–16; pl. 2, figs 1–10.

1973 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler. – Ziegler, Catalogue of conodonts, vol. 1, pp. 433–434, *Schmidtognathus*, pl. 1, fig. 1.

2003 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler. – Aboussalam, pp. 193, 194, pl. 22, figs 6–10.

Remarks. – The specimen has a long, narrow and pointed platform ornamented with a row of very closely spaced nodes on both sides of the carina. In lateral view the specimen is markedly arched and shows a rather thick platform. The free blade is broken. The small asymmetric basal pit is situated in the anterior half of the platform.

The specimen differs from *Schm. pietzneri* and *Schm. hermanni* by the presence of the rows of nodes parallel to the carina, between the carina and the marginal platform nodes.

Stratigraphical distribution. – The species is found from the base of the *hermanni* Zone up to within the *norrissi* Zone (Ziegler 1973).

Material. – 2 specimens in samples Vi-I/34A (1) and Vi-I/35 (1).

Genus *Skeletognathus* Sandberg, Ziegler & Bultynck, 1989

Type species. – *Polygnathus norrisi* Uyeno, 1967.

***Skeletognathus norrisi* (Uyeno, 1967)**

Figure 6H, K

1967 *Polygnathus norrisi* Uyeno; pp. 10, 11, pl. 2, figs 4, 5.

1980 *Polygnathus norrisi* Uyeno. – Bultynck & Hollard, p. 44, pl. VIII, figs 12a, c.

1989 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno). – Sandberg *et al.*, p. 214, pl. 5, figs 1–12.

2001 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno). – Liao *et al.*, pp. 41, 42, pl. 4, figs 22–24.

2003 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno). – Aboussalam, p. 194, pl. 9, fig. 6.

2008 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno). – Liao & Valenzuela-Ríos, figs 6C–F.

Remarks. – The retrieved specimens show irregular plates on the upper side of the platform and subparallel platform margins. The posterior platform margin is rounded. The platform plates are merged together on the lower side of the platform. On the lower platform a forrowed keel is present. The free blade is missing. The Pb-element (Fig. 6H) has a high free blade with inclined posterior denticle. The platform is deformed and shows, similar to the Pa-element, irregular plates on its upper surface. The lower side of the platform is covered with sediment.

Stratigraphical distribution. – The species ranges from the base of the *norrisi* Zone up into the *transitans* Zone (MN 4) in the Lower Frasnian according to Sandberg *et al.* (1989). According to Klapper & Johnson (1990) the species has its upper range within the MN2 Zone.

Material. – 6 specimens from samples Vi-I/35 (1Pa, 2 Pb), Vi-I/35A (1 Pb), Vi-I/36A (2 Pb).

Genus *Tortodus* Weddige, 1977

Type species. – *Polygnathus kockelianus* Bischoff & Ziegler, 1957.

Tortodus bultyncki Aboussalam, 2003

Figure 5E

2003 *Tortodus bultyncki* n. sp.; Aboussalam, p. 197, pl. 25, figs 1–3.

Remarks. – The long, narrow and smooth platform is slightly bent downwards in the posterior part and is widest in the middle part. The blade shows a light torsion and changes sides of the platform from the anterior to the posterior end. The blade consists of large denticles that are partially fused posterior of the pit and only fused at the base in the rest of the blade. The denticles are somewhat narrower in the middle part of the blade. The large basal pit is situated under the widest part of the platform.

The species differs from *T. weddigei* by the slender platform shape, the lack of ornamentation on the upper platform and by the different denticulation pattern of the blade (3–4 isolated large denticles in the posterior part of the blade in *T. weddigei*).

Stratigraphical distribution. – The species is found in the upper *ansatus* Zone (Sparling 1995) and ranges up into the upper part of the *disparilis* Zone (Aboussalam 2003).

Material. – 1 specimen from sample Vi-I/33A.

Tortodus caelatus (Bryant, 1921)

Figure 5B, C

1921 *Polygnathus caelatus* n. sp.; Bryant, p. 27, pl. 13, figs 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13 (non pl. 13, figs 1–4, 7 = *T. aff. caelatus*).

1980 *Polygnathus beckmanni* Bischoff & Ziegler. – Bultynck & Hollard, p. 42, pl. 8, fig. 9.

1987 *Polygnathus beckmanni* Bischoff & Ziegler. – Bultynck, p. 181, pl. 9, fig. 18.

2003 *Tortodus caelatus* (Bryant, 1921). – Aboussalam, pp. 197, 198, pl. 26, figs 1–4.

Remarks. – The specimen has a long platform with a carina formed by two large and high nodes in its anteriormost part and continues into a row of partially fused decreasing nodes. Above the pit the carina nodes are again somewhat larger and less fused. The posteriormost part of the carina is formed by a row of small-aligned nodes and reaches the posterior tip of the platform. The carina is straight with the posterior part that is strongly curved. The widest part of the platform is located at midlength. The platform is ornamented with strong nodes, loosely aligned into wide rows parallel to the carina, in the middle part of the platform. The basal pit is large and located in the middle part of the platform.

The specimens differ from *T. schultzei* by the lack of strong torsion of the blade and the absence of four strong and separated denticles posterior of the basal pit.

Stratigraphical distribution. – The species is found from the base of the Middle *varcus* (*ansatus*) Zone till in the lower part of the Frasnian (Aboussalam 2003).

Material. – 1 specimen from sample Vi-I/30.

Tortodus cf. T. kockelianus kockelianus (Bischoff & Ziegler, 1957)

Figure 4F, G

1957 *Polygnathus kockeliana* n. sp.; Bischoff & Ziegler, p. 91, pl. 2, figs 1–12.

1977 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler). – Weddige, pp. 328, 329, pl. 3, fig. 52.

1985 *Polygnathus kockelianus kockelianus* Bischoff & Ziegler. – Bultynck, pl. 7, fig. 19.

2009 *Tortodus kockelianus kockelianus* (Bischoff & Ziegler). – Berkyová, pp. 682–684, figs 6A–C, E–G.

Remarks. – The figured specimen has a smooth platform that is widest around the pit and decreasing in width anteriorly

and posteriorly. The platform is broken and cracked and missing the posterior part. The carina is formed by partially fused high denticles, decreasing in size posteriorward. The large pit is situated below the widest part of the platform. The keel is bent laterally (as far as the posterior platform is preserved), indicating the typical bent in the posterior platform of *T. k. kockelianus*.

The specimen differs from *T. intermedius* by the presence of a well-developed platform and from *T. variabilis* by the lack of ornamentation on the platform surface. It can be distinguished from *T. k. australis* by the denticles of the carina that remain high till the posterior end and the more restricted platform development in the latter.

Stratigraphical distribution. – The first appearance of the species indicates the base of the *kockelianus* Zone, ranges up to the lowermost part of the *ensensis* Zone (Weddige 1977, Belka *et al.* 1997).

Material. – 2 specimens from samples Vi-I/15 (1), Vi-I/16 (1).

***Tortodus* aff. *T. schultzei* Aboussalam, 2003**

Figure 5D

2003 *Tortodus schultzei* n. sp.; Aboussalam, pp. 199, 200, fig. 51, pl. 25, figs 10–12.

Remarks. – The blade of the figured specimen shows torsion and bears large equal sized denticles. Because of the broken state of the platform denticles their height evolution on the platform is not clear. The platform is narrow at the posterior end and is widest halfway, where the outer platform abruptly finished. The inner platform side is ornamented with marginal nodes mostly situated in the anterior part; the outer platform bears some small marginal nodes. The posterior platform half bears four strong denticles. An inner platform that continues till the anterior end, only slightly narrowing compared to mid-length, is a characteristic that is not found in *T. schultzei*. In the latter the inner platform distinctly wedges out to the anterior end. Some specimens assigned to *T. caelatus* show this asymmetric platform, but differ from the figured specimen in having blade denticles that gradually decrease in size to the posterior part of the blade. Since so far only one specimen of *T. schultzei* has been found and described (holotype), the variability within the species is not known and the specimen figured here cannot be placed with certainty within the species.

Stratigraphical distribution. – The sample is situated in the *semialternans* Zone. *T. schultzei* is found in the upper part of the *ansatus* Zone and is reported from the Anti-Atlas (Aboussalam 2003).

Material. – 1 specimen in sample Vi-I/29.

Conclusions

The conodont biostratigraphic study of a selected part of the Villech section in the Spanish Central Pyrenees reveals deposits of Eifelian, Givetian and lowermost Frasnian age, providing the first elaborated conodont biostratigraphic framework for the Eifelian in the Compté “subfacies area”. The Eifelian *costatus*, *kockelianus* and *eiflius* zones, the Givetian *rhenanus-varcus*, *ansatus*, *semialternans*, *hermanni*, *disparilis* and *norrisi* zones and the Frasnian MN1 Zone are identified. The *australis* Zone has not been recognized (*T. kockelianus australis* is not found in the section). The *ensensis* and *hemiansatus* zones have not been found either due to a covered interval in the section. Because of that the Eifelian- Givetian boundary can, so far, not be accurately positioned in the Villech section.

A thin black limestone/ black shale deposit, a hypoxic interval situated in the *semialternans* Zone in the Villech section, is possibly the local signature of the upper expression of the Taghanic event, one of the most important global extinction events in the Middle Paleozoic, which is recognized for the first time in the Spanish Central Pyrenees. The inconsistent thickness variation of the conodont zones in the Villech, Compté and Renanué sections and/or the possible absence of certain conodont zones suggest synsedimentary tectonic activity in the area in the Middle Devonian.

Acknowledgements

The authors thank G. Klapper and K. Narkiewicz for their kindly provided constructive reviews. This work is a contribution to IGCP-596 and has been supported by the Spanish Research Project CGL2011-24775. The DAAD (J-C L) and the Alexander von Humboldt-Stiftung (JIV-R) supported earlier activities of this research. A UNESCO-German Committee (J-C. L & JIV-R) travel grant was used to attend at the IGCP 596 Opening Meeting in Graz, September 2011. We are grateful to the SCSIE (Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental) of the University of Valencia for technical support. C. Gentilini and M. Tonelli (Università di Modena e Reggio Emilia, Italy) are thanked for their help with the SEM imaging.

References

- ABOUSSALAM, Z.S. 2003. Das “Taghanic-Event” im höheren Mittel-Devon von West-Europa und Marokko. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* 97, 1–330.
- ABOUSSALAM, Z.S. & BECKER, R.T. 2007. New upper Givetian to basal Frasnian conodont faunas from the Tafilalt (Anti-Atlas, Southern Morocco). *Geological Quarterly* 51(4), 345–374.
- BELKA, Z., BULTYNCK, P. & KAUFMANN, B. 1997. Conodont based quantitative biostratigraphy for the Eifelian of the eastern

- Anti-Atlas, Morocco. *Geological Society of America Bulletin* 109(6), 643–651.
DOI 10.1130/0016-7606(1997)109<0643:CBQBFT>2.3.CO;2
- BERKYOVA, S. 2009. Lower-Middle Devonian (upper Emsian–Eifelian, *serotinus-kockelianus* zones) conodont faunas from the Prague Basin, the Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 84(4), 667–686. DOI 10.3140/bull.geosci.1153
- BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W. 1957. Die Conodontenchronologie des Mittel-Devons und des tiefsten Ober-Devons. *Abhandlungen der Hessnschen Landesamtes für Bodenforschung* 2, 1–136.
- BOERSMA, K.T. 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 49, 303–377.
- BRYANT, W.L. 1921. The Genesee conodonts. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences* 13(2), 1–59.
- BRANSON, E.B. & MEHL, M.G. 1933. Conodont studies 1, 2. *University of Missouri Studies* 8(1–2), 1–72, 77–167.
- BRANSON, E.B. & MEHL, M.G. 1938. The conodont genus *Icriodus* and its stratigraphic distribution. *Journal of Paleontology* 12, 156–166.
- BULTYNCK, P. 1985. Lower Devonian (Emsian) – Middle Devonian (Eifelian and lowermost Givetian) conodont successions from the Ma' der and the Tafilalt, southern Morocco. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 75, 261–286.
- BULTYNCK, P. 1987. Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 57, 149–181.
- BULTYNCK, P. & HOLLARD, H. 1980. Distribution comparée de Conodontes et Goniatites dévoniens des plaines du Dra, du Ma' der et du Tafilalt (Maroc). *Aardkundige Mededelingen* 1, 9–73.
- BULTYNCK, P. & JACOBS, L. 1981. Conodontes et sédimentologie des couches de passage u Givetien au Frasnien dans le nord du Tafilalt et dans le Ma' der (Maroc présaharien). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 53(2), 1–24.
- GOUWY, S. 2010. *Middle Devonian conodonts of the NW margin of Gondwana*. 197 pp. PhD thesis, University of Valencia, Spain and University of Modena and Reggio Emilia, Italy.
- GOUWY, S., BENFRIKA, EL M., HELSEN, S. & BULTYNCK, P. 1999. Late Emsian to early Givetian conodont succession in the Tiflet Area (North-Western Meseta, Central Morocco). *Travaux de l'Institut de Sciences de Rabat Série Géographie Physique* 20, 1–10.
- GOUWY, S. & BULTYNCK, P. 2002. Graphic correlation of Middle Devonian sections in the Ardenne region (Belgium) and the Mader-Tafilalt region (Morocco): development of a Middle Devonian composite standard, 105–109. In DEGRYSE, P. & SINTUBIN, M. (eds) *Contributions to the Geology of Belgium and Northwest Europe. Proceedings of the first Geologica Belgica International Meeting, Leuven, 11–15 September 2002 Aardkundige Mededelingen* 12.
- GOUWY, S. & BULTYNCK, P. 2003. Conodont based graphic correlation of the Middle Devonian formations of the Ardennes (Belgium): implications for stratigraphy and construction of a regional composite. *Revista Española de Micropaleontología* 35(3), 315–344.
- GOUWY, S., HAYDUKIEWICZ, J. & BULTYNCK, P. 2007. Conodont-based graphic correlation of upper Givetian-Frasnian sections of the Eastern Anti-Atlas (Morocco). *Geological Quarterly* 51(4), 375–392.
- HARTEVELT, J.J.A. 1970. Geology of the Upper Segre and Valira valleys, Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 45, 167–236.
- HINDE, G.J. 1879. On conodonts from the Chazy and Cincinnati group of the Cambro- Silurian, and from the Hamilton and Genesee shale divisions of the Devonian, in Canada and the United States. *Geological Society of London, Quarterly Journal* 35, 351–369.
- KHALYMBADZHA, V.G. & CHERNYSHEVA, N.G. 1970. Konodonty v. Ancyrodella is devonskikh otlozheniy volgo-kamskogo kraia i ikh stratigraphicheskoe znachenie, 81–103. In ULIANOVA-LENINA, V.I. (ed.) *Biostratigrafia i paleontologia paleozoiskikh otlozheniy vostoka russkoj platformia i zapadnogo priuralia*. Kazanskiy ordena trudivogo krasnogo znameni gosudarstvennyy universitet, Kazan.
- KLAPPER, G. 1971. Sequence within the conodont genus *Polygnathus* in the New York lower Middle Devonian. *Geologica et Paleontologica*, 5, 59–79.
- KLAPPER, G. 1985. Sequence in conodont genus *Ancyrodella* in Lower *asymmetricus* Zone (earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France. *Palaeontographica, Abteilung A* 188 (1–3), 19–34.
- KLAPPER, G. 1989. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession, 449–468. In McMILLAN, N.J. et al. (eds) *Devonian of the World. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir* 14(3).
- KLAPPER, G. 2000. Species of Spathognathodontidae and Polygnathidae (Conodonta) in the recognition of Upper Devonian stage boundaries. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 220, 153–159.
- KLAPPER, G. & JOHNSON, J.G. 1980. Endemism and dispersal of Devonian conodonts. *Journal of Paleontology* 54(2), 400–455.
- KLAPPER, G. & JOHNSON, J.G. 1990. Revision of the Middle Devonian conodont zones. *Journal of Paleontology* 64(6), 902–941.
- KLAPPER, G., PHILIP, G.M. & JACKSON, J.H. 1970. Revision of the *Polygnathus varcus* group (Conodonta, Middle Devonian). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 11, 650–667.
- KLAPPER, G. & ZIEGLER, W. 1977. *Distribution of conodonts in Lower/Middle Devonian boundary beds of the Barrandian*. 4 pp. Unpublished report, field conference International Sub-commission on Devonian Stratigraphy, Prague.
- KLAPPER, G., ZIEGLER, W. & MASHKOVA, T.V. 1978. Conodonts and classification of Lower-Middle Devonian boundary beds in the Barrandian area of Czechoslovakia. *Geologica et Paleontologica* 12, 103–115.
- KRALICK, J.A. 1994. The conodont genus *Ancyrodella* in the Middle Genesee Formation (Lower Upper Devonian, Frasnian) western New York. *Journal of Paleontology* 68(6), 1384–1395.
- LANE, H.R., MÜLLER, K.J. & ZIEGLER, W. 1979. Devonian and Carboniferous conodonts from Perak, Malaysia. *Geologica et Paleontologica* 13, 213–226.
- LIAO, J.-C., KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SCHINDLER, E. 2008. Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian–Lower Frasnian; Pyrenees, N. Spain). *Bulletin of Geosciences* 83(4), 481–490. DOI 10.3140/bull.geosci.2008.04.481

- LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. 2008. Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte section (Middle-Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees). *Geological Quarterly* 52(1), 1–18.
- LIAO, J.-C., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & RODRÍGUEZ, S. 2001. Descripción de los conodontos del Givetense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses). *Coloquios de Paleontología* 52, 13–45.
- MEY, P.H.W. 1967. Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Paleozoic. *International Symposium on the Devonian Systems* 2, 1157–1166. Calgary.
- MILLER, G.C. 2007. Growth in early species of the conodont *Ancyrodella* and implications for correlation of the Middle-Upper Devonian boundary. *Geological Quarterly* 51(4), 334–352.
- MONTESINOS, J.R. & SANZ-LÓPEZ, J. 1999. Ammonoideos del Devónico Inferior y Medio en el Pirineo Oriental y Central. Antecedentes históricos y nuevos hallazgos. *Revista Española de Paleontología*, No. Extraordinario Homenaje Prof. J. Truyols, 97–108.
- MURPHY, M.A., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & CARLS, P. 2004. On classification of Pridoli (Silurian)-Lochkovian (Devonian) Spathognathodontidae (conodonts). *University of California, Riverside, Campus Museum Contributions* 6, 1–25.
- NARKIEWICZ, K. & BULTYNCK, P. 2007. Conodont biostratigraphy of shallow marine Givetian deposits from the Radom-Lublin area, SE Poland. *Geological Quarterly* 51(4), 419–443.
- NARKIEWICZ, K. & BULTYNCK, P. 2010. The Upper Givetian (Middle Devonian) *subterminus* conodont Zone in North America, Europe and North Africa. *Journal of Paleontology* 84(4), 588–625. DOI 10.1666/10-029.1
- NORRIS, A.W. & UYENO, T.T. 1982. Devonian rocks of the Lake Winnipegosis-Lake Manitoba outcrop belt, Manitoba. *Geological Survey of Canada, Memoirs* 392, 1–248.
- OLIVIERI, R. 1985. Middle and Late Devonian conodonts from Southwestern Sardinia. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana* 23(2), 269–310.
- ORR, W. & KLAPPER, G. 1968. Two new conodont species from Middle-Upper Devonian boundary beds of Indiana and New York. *Journal of Paleontology* 42(4), 1066–1076.
- OVER, D.J. 2007. Conodont biostratigraphy of the Chattanooga shale, Middle and Upper Devonian, southern Appalachian Basin, Eastern United States. *Journal of Paleontology* 81(6), 1194–1217. DOI 10.1666/06-056R.1
- POLLOCK, C.A. 1968. Lower Upper Devonian conodonts from Alberta, Canada. *Journal of Paleontology* 42(2), 414–443.
- SANDBERG, C.A., ZIEGLER, W. & BULTYNCK, P. 1989. New standard conodont zones and early *Ancyrodella* phylogeny across Middle-Upper Devonian boundary. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 110, 195–230.
- SANZ-LÓPEZ, J. 1995. *Estratigrafía y bioestratigrafía (conodontos) del Silúrico superior-Carbonífero inferior del Pirineo oriental y central*. 717 pp. PhD thesis, Faculty of Geology, University of Barcelona.
- SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Devonian and Carboniferous pre-Stephanian rocks from the Pyrenees, 367–389. In GARCÍA-LÓPEZ, S. & BASTIDA, F. (eds) *Palaeozoic conodonts from Northern Spain*. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero 1.
- SAVAGE, N. 1995. Middle Devonian conodonts from the Watleigh limestone, southeastern Alaska. *Journal of Paleontology* 69(3), 540–555.
- SPARLING, D.R. 1983. Conodont biostratigraphy and biofacies of lower Middle Devonian limestones, north-central Ohio. *Journal of Paleontology* 57, 825–864.
- SPARLING, D.R. 1988. Middle Devonian stratigraphy and conodont biostratigraphy, North-Central Ohio. *Ohio Journal of Science* 88(1), 2–18.
- SPARLING, D.R. 1995. Conodonts from the Middle Devonian Plum Brook Shale of north-central Ohio. *Journal of Paleontology* 69, 1123–1139.
- ULRICH, E.O. & BASSLER, R.S. 1926. A classification of the tooth-like fossils, conodonts, with description of the American Devonian and Mississippian species. *United States National Museum Proceedings* 68(12), 1–63. DOI 10.5479/si.00963801.68-2613.1
- UYENO, T.T. 1967. Conodont zonation, Waterways Formation (Upper Devonian), north-eastern central Alberta. *Geological Survey of Canada, Paper* 67(30), 1–20.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. & LIAO, J.-C. 2006. Annotations to Devonian Correlation Table, R 357–360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. *Senckenbergiana lethaea* 86(1), 105–107.
- VODRÁŽKOVÁ, S., KLAPPER, G. & MURPHY, M.A. 2011. Early Middle Devonian conodont faunas (Eifelian, *costatus-kockelianus* zones) from the Roberts Mountains and adjacent areas in central Nevada. *Bulletin of Geosciences* 86(4), 737–764. DOI 10.3140/bull.geosci.1292
- WALLISER, O. & BULTYNCK, P. 2011. Extinctions, survival and innovations of conodont species during the Kačák Episode (Eifelian-Givetian) in south-eastern Morocco. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 81, 5–25.
- WEDDIGE, K. 1977. Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. *Senckenbergiana lethaea* 65, 179–223.
- WIRTH, M. 1967. Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (Westpyrenäen) mit Hilfe von Conodonten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 127(2), 179–244.
- WITTEKINDT, H. 1966. Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 9, 621–646.
- ZIEGLER, W. 1966. Eine Verfeinerung der Conodontengliederung and der Grenze Mittel/OberDevon. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 9, 647–676.
- ZIEGLER, W. 1973. *Catalogue of conodonts, Volume 1*. 504 pp. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- ZIEGLER, W. & KLAPPER, G. 1982. The *disparilis* conodont Zone, the proposed level for the Middle-Upper Devonian boundary. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 55, 463–492.
- ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & JOHNSON, J.G. 1976. Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (conodonts, Middle-?Upper Devonian in Europe and North America. *Geologica et Palaeontologica* 10, 109–140.
- ZWART, H.J. 1979. The Geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 50, 1–74.

LIAO & VALENZUELA-RÍOS 2012

PALAEONTOLOGY



UPPER GIVETIAN AND FRASNIAN (MIDDLE AND UPPER DEVONIAN) CONODONTS FROM AMPRIÚ (ARAGONIAN PYRENEES, SPAIN): GLOBAL CORRELATIONS AND PALAEOGEOGRAPHIC RELATIONS

by JAU-CHYN LIAO^{1,2} and JOSÉ I. VALENZUELA-RÍOS^{1*}

¹Departamento de Geología, Universitat de València, c/Dr. Moliner 50, Burjassot E-46100, Spain; e-mails: jau.liao@uv.es; jose.i.valenzuela@uv.es

²Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, c/José Antonio Novais 2, Madrid E-28040, Spain

*Corresponding author.

Typescript received 9 June 2011; accepted in revised form 16 December 2011

Abstract: This report describes for the first time a part of the Middle and Upper Devonian conodont sequence of the Sierra Negra Subfacies in the Aragonian Pyrenees (Spain), establishing the basis for further sound correlations both across the distinct Pyrenean facies and subfacies and on other relevant world areas. The description of 20 conodont taxa and their stratigraphical distribution permits recognition of two separate time intervals. The older one corresponds to the lower Upper Givetian (Middle Devonian), *hermanni* to *cristatus ectypus* zones. The younger interval is uppermost Lower Frasnian to lower Middle Frasnian (Upper Devonian) and is equivalent to MN4–MN6 zones. The combination of litho- and conodont biofacies supports the distinction between the Sierra Negra and Renanué Subfacies. Conodont biofacies for the studied interval are partially close to the ones from the

Compte Subfacies, but lithofacies are clearly different. This faunal similarity fosters accurate correlation between subfacies and stimulates further research aiming at Devonian Pyrenean basin(s) reconstruction. Additionally, this faunal sequence permits direct comparison with regions located in northern Gondwana and in the Russian platform for part of the interval. Comparison with Laurasia, mainly with the Northwest Territories of Canada and the north-western United States, is also provided. Some taxa are also common with eastern and central Asia (China, Siberia, Tadzhikistan, Afghanistan), Australia and western USA (Nevada).

Key words: biostratigraphy, palaeogeography, Middle Devonian, Upper Devonian, Spanish Pyrenees, Subfacies Sierra Negra, Gondwana.

ONGOING research by the International Subcommittee on Devonian Stratigraphy (SDS) includes the official subdivision of the Middle and Upper Devonian Stages. Regarding the Givetian (Middle Devonian) and the Frasnian (Upper Devonian) stages, an agreement was formally voted. This proposal is based on correlation of Givetian and Frasnian conodont zones that have been tested in several places in the past two decades; however, there are still some representative regions where the applicability of the intended subdivision has to be evaluated. One of these key areas is the Spanish Central Pyrenees where numerous Devonian outcrops are still accessible, but detailed work is pending. Furthermore, the Spanish Pyrenees is a key north-western Gondwana area for palaeogeographic reconstructions, but lack of detailed biostratigraphic studies precludes the establishment of a time-rock frame for the Devonian of this Alpine Chain, which is basic for further hypotheses, especially those regarding positions and

movements of continents and oceans. Therefore, the main goal of this paper is the detailed description of the Givetian and Frasnian conodont sequence of the section Ampriú. Additionally, we discuss its relevance, both on a regional scale and globally from biostratigraphical and palaeogeographical points of view.

Near the southern end of the Maladeta Granodiorite Massif (Spanish Central Pyrenees), the Devonian rocks belong to the Sierra Negra Subfacies area (Mey 1967; Boersma 1973; Valenzuela-Ríos and Sanz-López 2002). For this area, only the Lower Devonian is well characterized stratigraphically; there, the following four units can be recognized from bottom upwards: Rueda Fm (Lochkovian and lower Pragian) Castanesa Fm (Pragian and Emsian), Fonchanina Fm (middle parts of Emsian) and Mañanet Fm (to the top of the Emsian, García-López *et al.* 1990). Overlying the Mañanet Fm, which initially was considered as Upper Devonian (Mey 1967; Boersma 1973), are

micaceous shales interbedded with sandy, microconglomerate and carbonate beds. These rocks belong to the Vilaller Fm, the age of which in the Sierra Negra Subfacies is undetermined, but it was considered as Carboniferous by the research of the University of Leiden (Mey 1967; Wennekers 1968; Boersma 1973; Zwart 1979) because, as mentioned above, they assumed that the Mañanet Fm was Upper Devonian in age. Regrettably, we still do not have accurate data that permit age correlation.

In the studied area, a few limestone outcrops that do not fit in any of the above-mentioned stratigraphical units have yielded an important conodont fauna enabling precise age dating, and, thus, the reconstruction of the stratigraphic column for the general area. In this work, we present the conodont data of one of these isolated carbonate outcrops, the Ampriú section.

GEOGRAPHICAL, GEOLOGICAL SETTING AND STRATIGRAPHY OF THE SECTION AMPRIÚ

The section Ampriú is located on the north side of the road connecting the village of Cerler with the ski resort area of Ampriú (Fig. 1). The Ampriú section (Fig. 2) consists of slightly more than 3 m of black wackstone–grainstone interbedded in a covered interval that according to Wennekers' mapping (1968) could correspond to the Civis Fm; however, the type of rocks exposed at Ampriú does not match the lithological characteristic of the Civis Fm. Recently, Sanz-López (2004, fig. 3.11) has summarized the stratigraphy of the area, and he considered a carbonate sequence of probably (but uncertain) Givetian plus Lower Frasnian age as belonging to the unofficial unit, the Renclusa Limestone. This sequence is followed by a sedimentary gap that spans the Early Frasnian through the middle? Famennian; this gap is overlain by nodular limestones of probably (but again uncertain) mid-Famennian to Serpukhovian age that Sanz-López 2004 also attributed to the Renclusa Limestone. In the summary paper by Valenzuela-Ríos and Liao (2006) and, based on their knowledge of unpublished data from the area, including the Ampriú area, the Renclusa Limestone is restricted, with doubt, to a narrower interval between the Upper Givetian and basal Middle Frasnian (*hermanni* to *punctata* conodont zones).

The Ampriú section shows the tectonic contact of Lower and Middle Frasnian rocks overthrust by Upper Givetian ones (Fig. 3) and has yielded the richest conodont record of this age for the Sierra Negra Subfacies area (Southern Facies Area). Its assignment to the Renclusa Limestone is still uncertain and much detailed stratigraphical and mapping research in the area is needed to test current opinions.

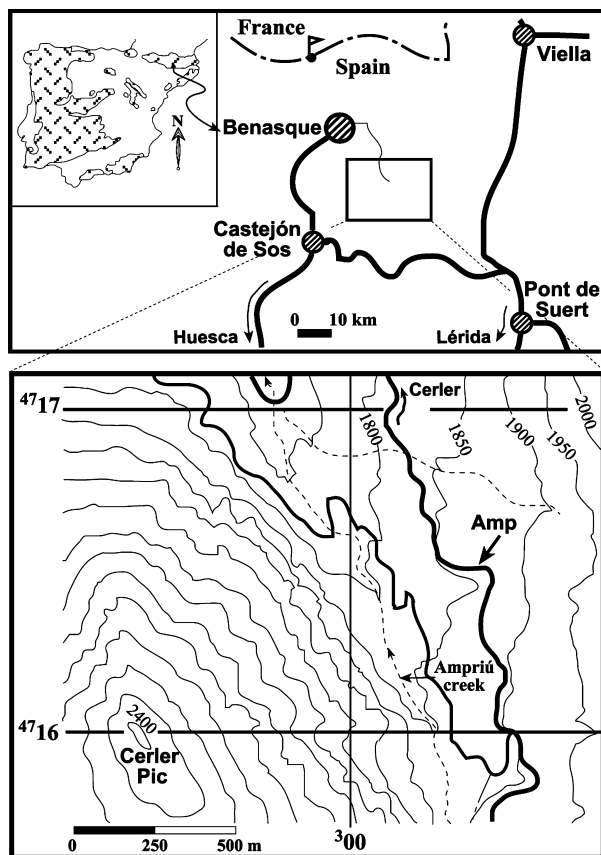


FIG. 1. Approximate location of the section Ampriú (Amp). Contour interval: 50 m. Numbers on horizontal and vertical lines refer to the coordinates system of Universal Transverse Mercator Grid (UTM) of the National Topographic Map 180-III Castejón de Sos, scale 1:25,000. Pattern on Spanish map shows the Paleozoic outcrops of the Iberian Peninsula.

MATERIALS AND METHODS

Fourteen limestone conodont samples were collected (Table 1); they were dissolved in dilute formic acid (6–8 per cent). The insoluble residue was then decanted, and only a sieve of 1.25 mm was used to separate larger fragments from the finer fraction. The residue smaller than 1.25 mm was dried and hand-picked under the microscope. Selected specimens were photographed with the SEM Philips 30XL; photographs were digitally produced and saved.

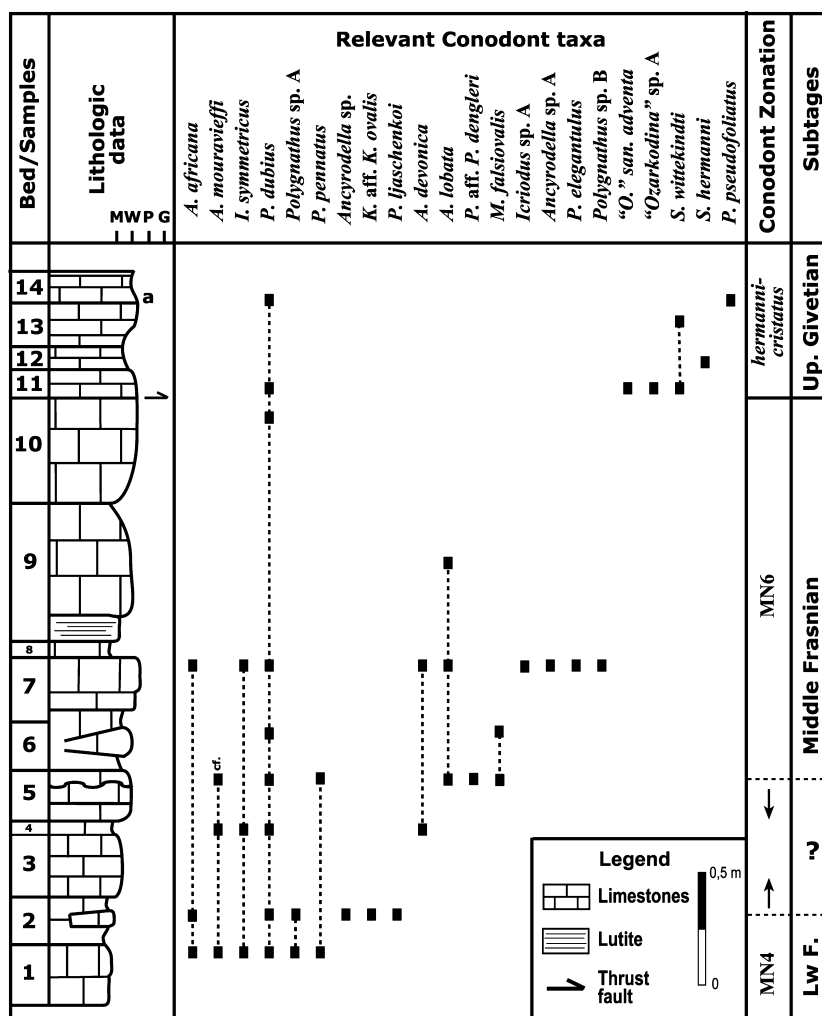
Institutional abbreviations. MGUV, Museum of Geology, University of València.

Repository. All specimens are deposited at the MGUV.

SYSTEMATIC PALAEOLOGY

Remarks. Only Pa and I elements are described.

FIG. 2. Stratigraphical column of Ampriú section showing relevant conodont taxa. A, *Ancyrodella*; I, *Icriodus*; K, *Klapperina*; M, *Mesotaxis*; 'O', 'Ozarkodina'; P, *Polygnathus* and S, *Schmidtognathus*. Lw F., Lower Frasnian.



Genus *ANCYRODELLA* Ulrich and Bassler, 1926

Ancyrodella africana García-López, 1981

Figure 4A–L

- 1981 *Ancyrodella africana* n. sp. García-López, p. 264, pl. 1, figs 1–14 (partial synonymy).
 1985 *Ancyrodella africana* García-López; Klapper, p. 28, pl. 8, figs 11–22; pl. 9, figs 1–16.
 1989 *Ancyrodella africana* García-López; Vandelaer, Vandormael and Bultynck, p. 329, pl. 1, fig. 7a, b.
 non 1989 *Ancyrodella africana* García-López; Vandelaer, Vandormael and Bultynck, p. 329, pl. 1, fig. 6a, b (= *A. rotundiloba*).
 1992 *Ancyrodella africana* García-López; Bardashev, pl. 11, fig. 25.
 1993 *Ancyrodella africana* García-López; Racki and Bultynck, pl. 9, figs 6, 8.
 non 1993 *Ancyrodella africana* García-López; Racki and Bultynck, pl. 9, fig. 7 (= *A. rotundiloba*).

2003 *Ancyrodella africana* García-López; Over, Hopkins, Brill and Spaziani, pl. 1, fig. 4.

2005 *Ancyrodella africana* García-López; Uyeno and Wendte, pl. 1, figs 14, 15.

2006 *Ancyrodella africana* García-López; Pisarzowska, Sobstel and Racki, p. 625, fig. 13C.

Material. Six specimens from beds 1(1), 2(4) and 7(1); MGUV 6070–6075.

Description. Asymmetrical platform with triangular outline. The inner lobe is acute and the outer rounded.

The length of the platform is slightly longer than the free blade. Anterior carina has 8–9 denticles, decreasing in size from the second or third anterior denticle. The posterior carina is composed of 5–7 rounded nodes. The posterior lobe is ornamented by two rows (one on each side) of aligned nodes, which are subparallel with the posterior carina, less in number and are disposed close to the margins. Accessory lobe not always present; when it exists, it is ornamented by 1–3 nodes, which follow the course of the accessory keel; lateral carinae also follow the path of the second-

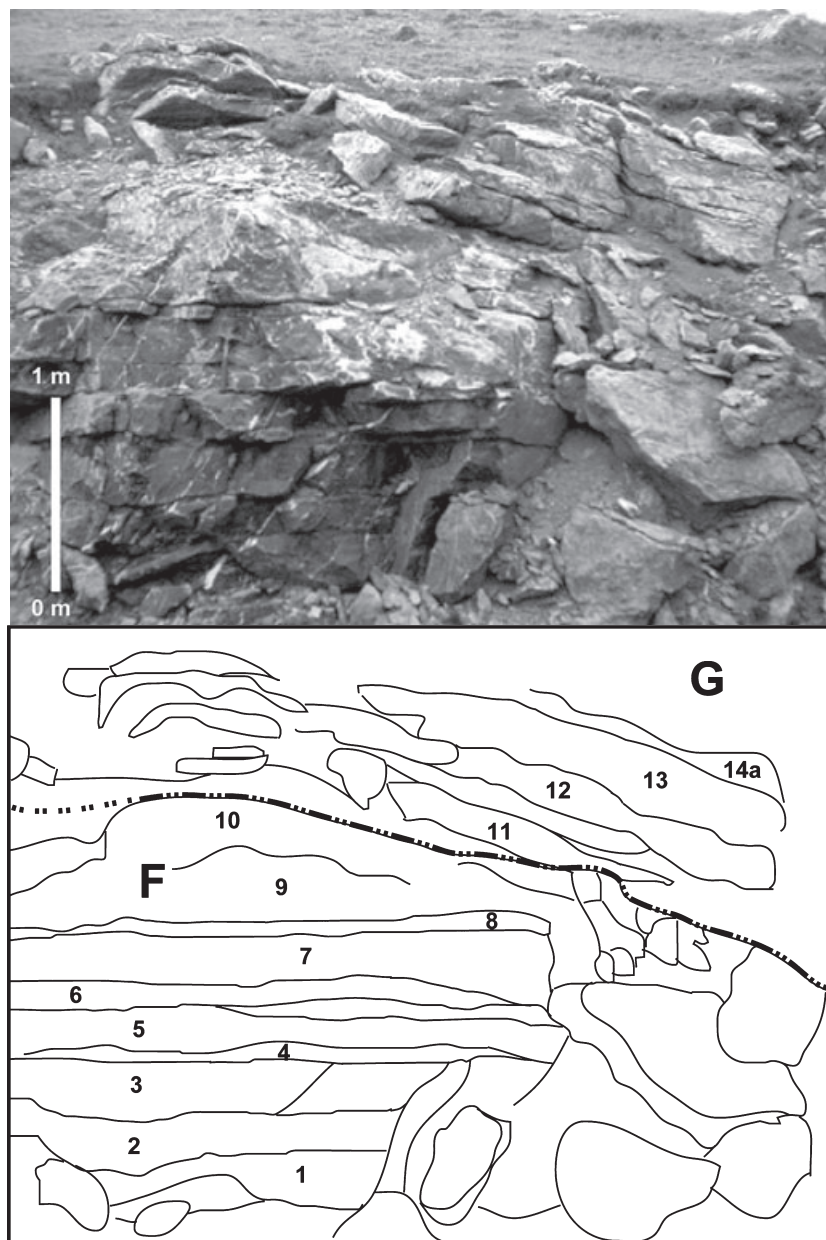


FIG. 3. General scheme of the beds to 14a in the field. G: Givetian; F: Frasnian.

ary keels. Specimen MGUV 6074 (Fig. 4I) has extra nodes subparallel, and posterior, to the inner lateral carina. In lower view, secondary keels form an angle close to 180 degrees and reach the ends (or close) of the lobes, the outer keel being slightly shorter (Fig. 4B, F, H); some specimens present an anteriorly directed, outer accessory keel (Fig. 4D, J), which extends to the end of the lobe. Specimen MGUV 6071 (Fig. 4D) has its outer secondary keel slightly posteriorly directed. Rhombic basal pit of moderate size located about the middle of the anterior half of the platform.

Remarks. The platform outline and the arrangement, course and angle of the keels in our specimens coincide with the holotype and paratypes. The specimen MGUV 6072 (Fig. 4E, F) has not the typical shape of *A. africana*;

however, the general platform outline and the angle between secondary keels (close to 180 degrees) justify reference to this taxon.

In general, the forms from the Montagne Noire (Klapper 1985, pl. 8, figs 11–22, pl. 9, figs 1–16) have their secondary keels less developed than the Pyrenean ones and the French specimens also have more nodes. Also, many French specimens have a more rounded platform outline. Consequently, our specimens are much closer to the Cantabrian Mountains than to the Montagne Noire ones.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Cantabrian Mountains, Montagne Noire, Holy Cross Mountains, Harz Mountains and Ardennes), in Moroccan pre-Sahara and North America (New York).

TABLE 1. Distribution and number of conodont taxa in the Ampriú section.

| Substages Conodont biozonation | Lw. F MN4 | → | ? | ← | Middle Frasnian MN6 | | | | | | Upper Givetian <i>hermanni-cristatus</i> | | | | Total of specimens |
|--------------------------------------|--------------|------|-----|-----|------------------------|------|----|-----|-----|-----|---|-----|-----|------|-----------------------|
| Bed/sample | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14a | |
| Sample weight (kg) | 0.7 | 4.26 | 0.5 | 2.8 | 3.23 | 1.26 | 3 | 0.4 | 0.7 | 2.1 | 1.8 | 2.2 | 0.9 | 1.22 | |
| <i>A. africana</i> | 1 | 4 | | | | | 1 | | | | | | | | 6 |
| <i>A. mouravieffi</i> | 1 | | | 1 | 1 cf. | | | | | | | | | | 3 |
| <i>A. devonica</i> | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 2 |
| <i>A. lobata</i> | | | | | 1 | | 1 | 2 | | | | | | | 4 |
| <i>Ancyrodella</i> sp. A | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| <i>Ancyrodella</i> sp. | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>I. symmetricus</i> | 1 | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | 5 |
| <i>Icriodus</i> sp. A | | | | | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| <i>Icriodus</i> sp. | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| <i>K. aff. K. ovalis</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>M. falsiovalis</i> | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 |
| “O.” <i>san. adventa</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| ‘Ozarkodina’ sp. A | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>P. dubius</i> | 27 | 22 | | 16 | 5 | 13 | 22 | | | 4 | 1 | | | 2 | 112 |
| <i>P. elegantulus</i> | | | | | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| <i>P. ljaschenkoi</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Polygnathus</i> sp. A | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>P. pennatus</i> | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| <i>P. pseudofoliatus</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| <i>Polygnathus</i> sp. B | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| Ramiforms | 2 | 3 | | 3 | 6 | | 4 | | | 3 | | 2 | | | 23 |
| <i>S. hermanni</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>S. wittekindti</i> | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | 3 |
| Conodont elements | 34 | 33 | 0 | 23 | 15 | 15 | 37 | 0 | 2 | 7 | 5 | 3 | 2 | 3 | 179 |

A., *Ancyrodella*; *I.*, *Icriodus*; *K.*, *Klapperina*; *M.*, *Mesotaxis*; ‘O’, ‘Ozarkodina’; *P.*, *Polygnathus* and *S.*, *Schmidtognathus*. Lw F., Lower Frasnian.

Stratigraphical range. From the middle part of the *transitans* Zone to the end of the *punctata* Zone; according to Klapper (1997), its range is limited to the MN 4–6 zones.

Ancyrodella devonica García-López, 1986

Figure 4M–P

1986 *Ancyrodella devonica* n. sp. García-López, p. 60, pl. 3, figs 1–10 (synonymy).

2001 *Ancyrodella devonica* García-López; Ovnatanova and Kononova, p. 72, pl. 9, figs 28–30.

Material. Two specimens from beds 4 and 7; MGUV6076, MGUV6077.

Description. Free blade shorter than the slightly asymmetrical, triangular-shaped platform. Well-developed secondary lobes; the outer is smaller and pointed; the inner is subrounded and wider. Both are higher on the margin, developing a parapet-like.

The ornamentation is composed of nodes that follow the margins outline; preservation does not show details, but in specimen MGUV 6076 (Fig. 4M), a second row is observed on the inner lobe. Specimen MGUV 6077 (Fig. 4O) has nodes following the trace of the outer keel in upper view. Moderate to medium size rhombic pit located at the platform anterior fourth; all keels are sulcate, secondary keels form an obtuse angle and, both curve anteriorly to meet the anterior edge of the lobes.

Remarks. Our specimens are similar to the type material in ornamentation, keel shape and development, and length ratio of free blade with respect to platform. The inner lobe of the Pyrenean specimens is, however, bigger and has a rounded outline. In lower view, the specimen MGUV 6077 (Fig. 4P) has a slightly bigger pit than the type material. The lack of an accessory keel (even incipient development is absent) bifurcating from the outer one clearly separates our specimens from *A. mouravieffi*.

Occurrence. Europe (Pyrenees and Cantabrian Mountains) and Central Regions of the Russian Platform.

Stratigraphical range. From the middle part of the *transitans* Zone to *punctata* Zone that according to Klapper (1997), approximately ranges from Zone MN 4 into Zone MN6.

Ancyrodella lobata Branson and Mehl, 1934
Figure 5A–H

- 1934 *Ancyrodella lobata* n. sp. Branson and Mehl, p. 239, pl. 19, fig. 14; pl. 21, figs 22–23.
1966 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Krebs and Ziegler, pl. 1, fig. 14.
1967 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Wirth, p. 203, pl. 19, figs 3a, b, 4.
1970 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Seddon, p. 94, pl. 7, figs 8–11, 14–17.
1985 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Klapper and Lane, p. 923, figs 14 (12, 13, 16, 17).
1986 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; García-López, p. 62, pl. 3, figs 7–10 (partial synonymy).
?1989 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Ji, p. 316, pl. 3, fig. 3.
1989 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Vandelaer, Vandormael and Bultynck, p. 330, pl. 2, figs 1a, b, 2a, b.
1992 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Carls and Gong, p. 212, pl. 2, figs 6(a, b), 7(a, b).
1992 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Helsen and Bultynck, p. 152, pl. 1, fig. 4.
1995 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Hüneke, p. 118, pl. 2, fig. 1.
1999 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Lazreq, p. 58, pl. 4, figs 5, 6.
2003 *Ancyrodella lobata* Branson and Mehl; Aboussalam, pl. 19, figs 11–12.

Material. Four specimens from beds 5(1), 7(1) and 9(2); MGUV 6078–6081.

Description. The secondary lobes of our mature specimens are well developed and their anteriorly directed ends are sharp. Accessory lobe only incipiently developed (Fig 5A, E). The platform ornamentation is, in most specimens, composed of two or three rows of rounded and conspicuous nodes on each side of the carina. These rows are oblique to the anterior carina and parallel to the posterior carina. Deep adcarinal grooves develop between the anterior carina and the nearby rows. Small rhombic pit located about the middle of the anterior half; sulcate keels; secondary keels are anterolaterally directed and form an angle of 90 degrees or slightly less with the well-developed, laterally to posterolaterally directed outer accessory keel (Fig 5B, D, H); this keel does not have expression (carina) on the upper side.

Remarks. Our specimens are similar to the holotype by the angle of the anterolaterally directed secondary keels and by the presence of an outer accessory keel that does not have a corresponding carina on the upper surface. Also, the platform outline is very similar to the forms described by Carls and Gong (1992). Specimens illustrated by García-López (1986), Hüneke (1995) and Lazreq (1999), show a more posterolaterally directed outer accessory keel, and the accessory lobe is clearly marked. The specimens illustrated by Ji (1989) and Vandelaer *et al* (1989) develop a strong sinus between the outer secondary lobe and the accessory one.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Cantabrian Mountains, Harz Mountains, Montagne Noire; Rhenish Slate Mountains, Ardennes), Morocco pre-sahara, North America (Northwest Territories, Canada), and Asia (Guangxi and Yunnan).

Stratigraphical range. From the *hassi* Zone to the *linguiformis* Zone; according to Klapper (1997), it occurs from Zone MN6 to Zone MN12. The anomalous data from Jebel Amelane section, Morocco (Aboussalam 2003), placing this taxon in the Middle Givetian, *ansatus* Zone is a major discrepancy, and probably related to some local sedimentary processes (such as erosion and stratigraphic leak of some kind).

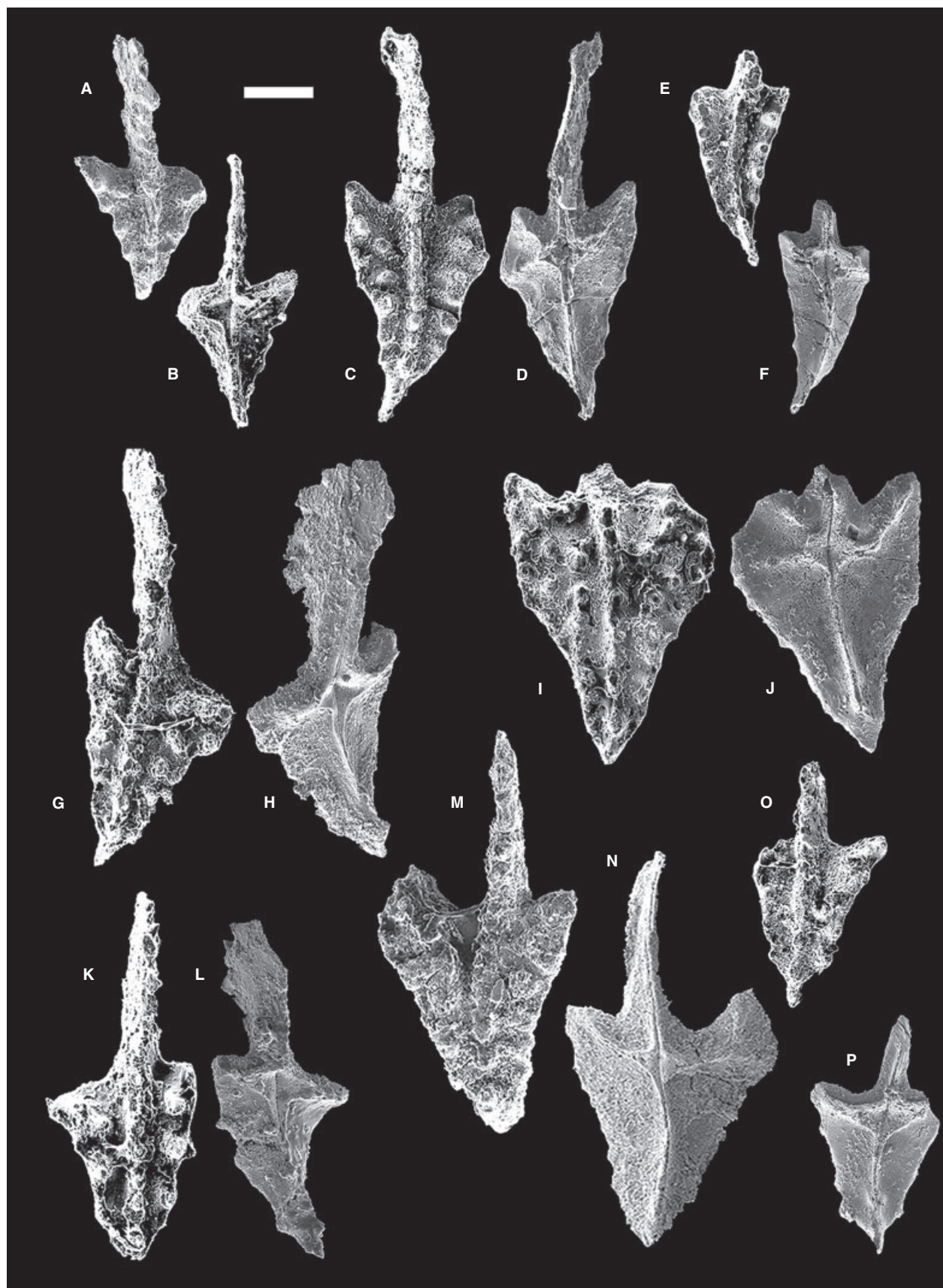
Ancyrodella mouravieffi García-López, 1986
Figure 5I–L

- 1986 *Ancyrodella mouravieffi* n. sp. García-López, pl. 1, figs 17–24, figs 1–6 (synonymy).

Material. Two specimens from beds 1 and 4; MGUV6082 and MGUV6083.

Description. Free blade composed of 5–7 denticles with the following pattern: 3–4 anterior denticles are high, posterior of which the denticles of the blade decrease in height. Free blade is shorter than platform, which is slightly asymmetrical and has a triangular outline with a rounded outer lobe and sharp inner one. Platform ornamented by several rows of rounded nodes on each side that are oblique to the anterior carina and subparallel to the posterior carina. The secondary inner carina of specimen MGUV 6082 (Fig. 5I) is composed of a row of fused nodes. Posterior lobe and free blade strongly arched downwards. Small rhombic basal pit located close to the anterior margin of the platform; sulcate keels, anterior and posterior are slightly curved; secondary keels are straight, anterolaterally directed and form an angle slightly >90 degrees; the secondary keels of the specimen MGUV 6083 (Fig. 5L) reach the end of the lobes but the ones

FIG. 4. A–L, *A. africana* García-López, 1981. A, B, MGUV6070, Bed 1; A, upper and B, lower views. C–J, MGUV6071–6074, Bed 12; C, E, G, I upper, and D, F, H, J lower views. K, L, MGUV6075, Bed 7; K, upper, and L, lower views. M–P, *A. devonica* García-López, 1986. M, N, MGUV6076, Bed 4; M, upper, and N, lower views. O, P, MGUV 6077, Bed 7; O, upper, and P, lower views. Scale bar represents 200 μ m.



from the other specimen, MGVU 6082 (Fig. 5J) do not. Slightly marked accessory keel directed lateroposteriorly (Fig. 5L).

Remarks. The position of the basal pit, the angle of the secondary keels and the position of the accessory keel permit assignment of our specimens to *A. mouravieffi*. The above-described disposition of keels and the platform ornamentation clearly distinguish *A. mouravieffi* from *A. africana*. The ornamentation in our specimens is similar to the holotype, especially the presence of 2–3 rows of nodes on each side of the carina and the slightly lobed platform outline.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Cantabrian Mountains and Montagne Noire).

Stratigraphical range. From the lowermost part of the *transitans* Zone to the *punctata* Zone. According to Klapper's zonation (1988), it belongs to MN 4–6 zones.

Ancyrodella sp. cf. *Ancyrodella mouravieffi* García-López,
1986
Figure 5M, N

Material. Only a fragmentary specimen (MGUV 6084) from bed 5.

Description. Free blade and posterior lobe are broken, symmetrical subrounded platform. Rounded secondary lobes with slightly sharp anterior ends. Well-developed secondary carinae that follow the course of the keels. Secondary carinae are oblique to the main one and composed of 4–5 denticles. Secondary lobes are further ornamented by a row of denticles subparallel to the secondary carina that close to the main carina bends and continue parallel to the latter. Marginal nodes are also present between secondary keel and anterior carinae. On the anterior inner part of the outer lobe, an individual node is present. Secondary keels reach the end of the margins and form an angle slightly higher than 90 degrees. Incipient accessory keel located behind the outer secondary keel and forming almost 90 degrees with the posterior one. Moderate basal pit with rhombic shape.

Remarks. The platform ornamentation and shape (of the preserved part) is similar to holotype and paratypes of *A. mouravieffi* (García-López 1986, pl. 1, figs 17–24). The disposition of keels, including the incipient accessory one, also fits with this taxon. However, the fragmentary preservation of the specimen leads us to identify it with a cf.

Stratigraphical range. It is registered in bed 5 together with *A. lobata*, *Polygnathus dubius* and *Mesotaxis falsovalis*.

Ancyrodella sp. A
Figure 5O, P

Material. Only an incomplete specimen (MGUV6085) from bed 7.

Description. Broken fragment with asymmetrical secondary lobes that have rounded margins; the inner is more anterolaterally directed than the outer, which forms an angle close to 90 degrees with the posterior carina. The ornamentation is composed of several rows of thick nodes with circular section arranged parallel to the axis of the secondary lobes. The inner lobe lacks ornamentation between the inner and anterior carinae. Well-developed secondary carinae that follow the secondary keels. Subtriangular small basal pit with sulcate keels. Inner keel antero-laterally directed forming an acute angle with main keels and slightly curved. Outer keel straight forming an almost straight angle with main keels. Both secondary keels do not reach the crimp.

Remarks. The fragmentary preservation of our specimen precludes definitive assignment to any known species of *Ancyrodella*. The pattern of keels is clearly different from *A. alata* and permits separation of our specimen. The greater basal pit and different development of keels also separate *A. rotundiloba* from our specimen.

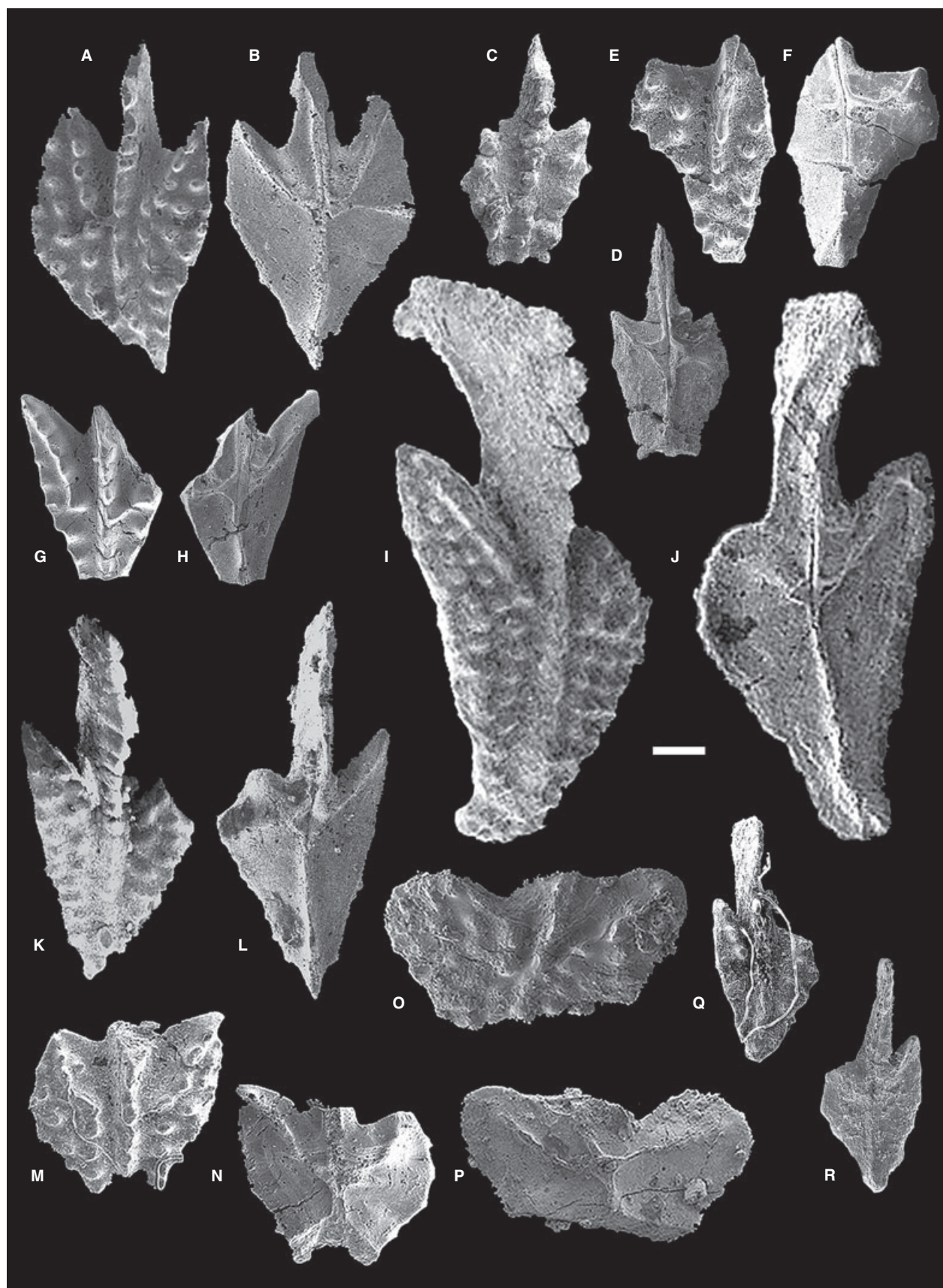
Stratigraphical range. In Ampriú, it occurs together with *A. africana*, *Icriodus symmetricus*, *P. dubius*, *A. lobata*, *A. devonica*, *P. elegantulus* and *Polygnathus* sp. B.

Genus ICRIODUS Branson and Mehl, 1938

Icriodus symmetricus Branson and Mehl 1934
Figure 6A–J

- 1934 *Icriodus symmetricus* n. sp. Branson and Mehl, pl. 13, figs 1–3.
- 1947 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Youngquist, p. 103, pl. 25, fig. 5.
- 1957 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Müller and Müller, p. 1106, pl. 142, fig. 8, pl. 138, figs 1–3.

FIG. 5. A–H, *A. lobata* Branson and Mehl, 1933. A, B, MGVU 6078, Bed 9; A, upper, and B, lower views. C, D, MGVU 6079, Bed 5; C, upper, and D, lower views. E–F, MGVU 6080, Bed 7; E, upper, and F, lower views. G, H, MGVU 6081, Bed 9; G, upper, and H, lower views. I–L, *A. mouravieffi* García-López, 1986. I, J, MGVU 6082, Bed 4; I, upper, and J, lower views. K, L, MGVU 6083, Bed 1; K, upper, and L, lower views. M, N, *Ancyrodella* sp. cf. *A. mouravieffi*. MGVU6084, Bed 5; M, upper, and N, lower views. O, P, *Ancyrodella* sp. A. MGVU6085 Bed 7; O, upper, and P, lower views. Q, R, *Ancyrodella* sp. MGVU6086, Bed 2; Q, upper, and R, lower views. Scale bar represents 200 μ m.



- 1964 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Orr, p. 10, pl. 2, figs 13–15.
- 1966 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Clark and Ethington, p. 680, pl. 83, fig. 4.
- 1967 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Wirth, p. 218, pl. 20, figs 25–27.
- 1968 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Mound, p. 488, pl. 66, figs 40, 41.
- 1976 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Druce, p. 116, pl. 97, figs 1a–3c.
- 1979 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Lane, Müller and Ziegler, pl. 2, fig. 22.
- 1980 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Johnson, Klapper and Trojan, pl. 3, fig. 4.
- 1983 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Raven, pl. 4, figs 8, 14–16.
- 1985 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Klapper and Lane, p. 921, Fig. 11.1.
- 1986 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; García-López, p. 82, pl. 10, figs 1–10. (synonymy).
- 1991 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Uyeno, p. 160, pl. 5, fig. 19.
- 1992 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Norris, Uyeno, Sartenaer and Telford, p. 71, pl. 16, figs 7–16 (synonymy).
- 1992 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Helsen and Bultynck, p. 154, pl. 2, fig. 4.
- 1992 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Bardashev, pl. 11, figs 10, 15.
- 1992 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Carls and Gong, pl. 3, figs 18–21.
- 1993 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Racki and Bultynck, pl. 3, figs 1–3.
- 1995 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Sanz López, p. 443, pl. 36, figs 1–3.
- 2003 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Aboussalam, p. 168, pl. 23, figs 11–12.
- 2010 *Icriodus symmetricus* Branson and Mehl; Narkiewicz and Bultynck, figs 15.11–15.12.

Material. Five *I* elements from beds 1(1), 4(2) and 7(2). MGUV6087–6091.

Description. Platform with straight margins converging anteriorly. Straight or sigmoidal anterior middle row composed of 5–8 sharp, laterally compressed, denticles connected by a longitudinal ridge; they are smaller than the lateral ones and have an ellipsoidal section. The posterior middle row consists of 2–3 stout,

laterally compressed denticles; the cusp, which is located posteriorly, is the biggest and is reclined.

Lateral rows are composed of 4–6 discrete, thick, sharp nodes with circular section; in some specimens (Fig. 6E), nodes of the lateral rows are connected to the middle row by weak transversal ridges; lateral nodes are aligned or slightly retarded with respect to the corresponding middle row denticles. In lateral view, lateral denticles are strongly inclined outwards. Smooth and short spur developed on the posterior third of the unit. Full excavated basal cavity that is narrow at the anterior half and expands widely at the posterior half. The posterior third shows a subcircular outline with a straight to rounded posterior margin.

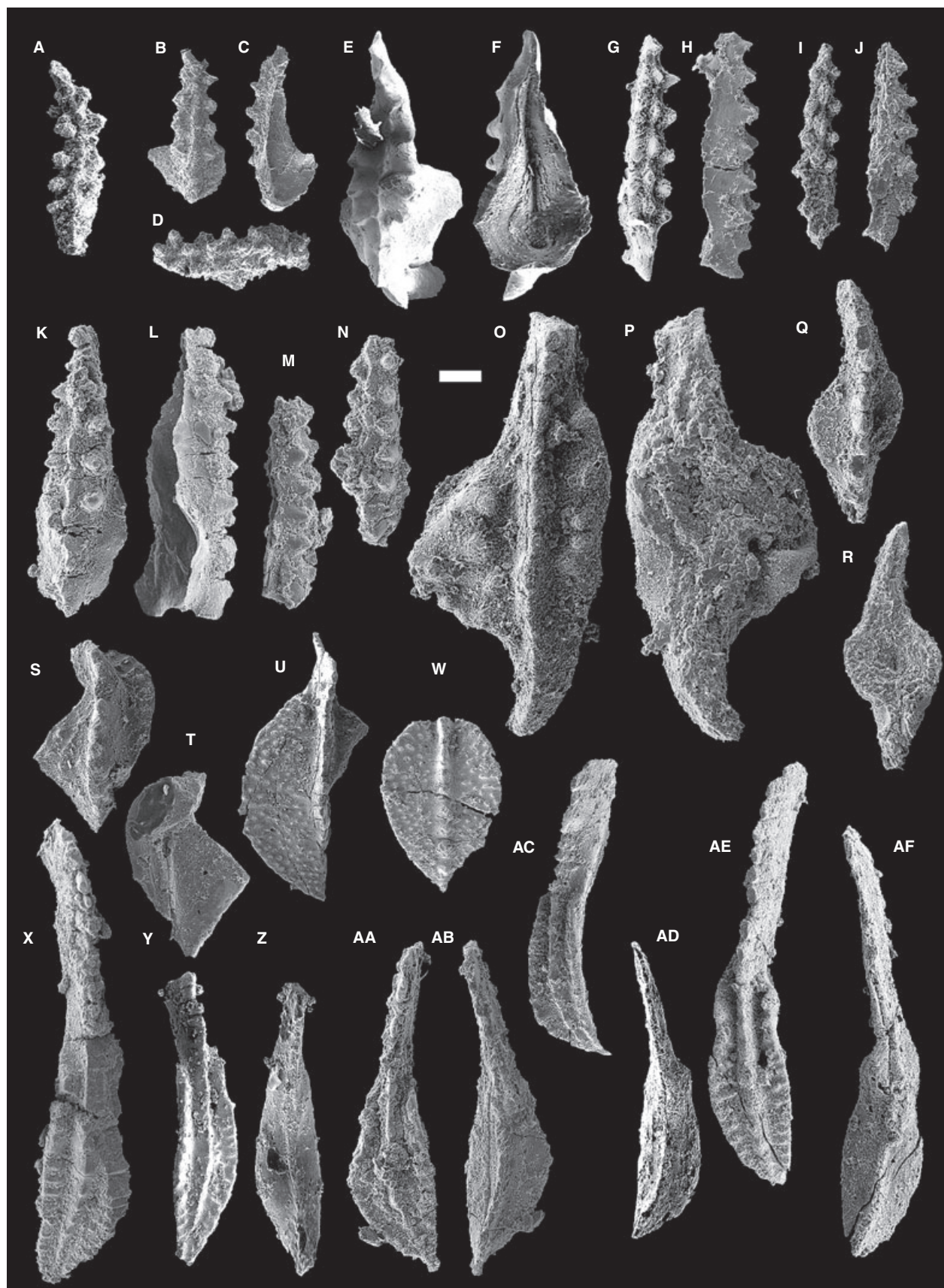
Remarks. Two specimens (Fig. 6A–D) are probably juvenile and slightly differ from the others in the inner marked curvature of the anterior part, in the rounded posterior margin of the basal cavity and in the extension of the spur, which only reaches the last lateral row in specimen MGUV 6088 (Fig. 6B). However, the scarcity of material and their state of preservation precludes further taxonomic distinction and we, tentatively, include these two specimens within *I. symmetricus*. Our material is quite similar to the ones presented by García-López (1986), Norris *et al* (1992) and Aboussalam (2003) on the longitudinal spacing, the transverse symmetry of middle and lateral row denticles and the posterior subcircular outline, but differs in the minor number of denticles of the Pyrenean specimens.

This taxon differs from *I. difficilis* in the distribution of the denticles, the outline of the platform and the scarce development of the spur. *I. expansus* differs from *I. symmetricus* on the spindle outline and on the shape and arrangement of the platform denticles. The former has tear-shaped lateral denticles that almost contact the circular middle row ones. Besides, the position of the basal cavity-maximum width in *I. expansus* is located in the middle of the unit while *I. symmetricus* has its broader part at the posterior third.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Cantabrian Mountains, Holy Cross Mountains), Morocco (Jebel Mech Irdane, Central Tafila), North America (Illinois, Alberta, northern Ontario).

Stratigraphical range. This taxon is considered to be exclusively of Frasnian age, and it ranges from the *falsiovalis* Zone to the *rhenana* Zone (MN1–13 zones). However, Bultynck (2003)

FIG. 6. A–J, *I. symmetricus* Branson and Mehl, 1934. A, MGUV6087, Bed 1; upper view. B–J, MGUV 6088–6091, Bed 4; B E, G, and I, upper views; C and F, lower views; D, H and J lateral views. K–N, *Icriodus* sp A. MGUV6092–6093, Bed 7; K, and N, upper views; L, and M, lower-lateral views. O, P, ‘*Ozarkodina*’ sp. A. MGUV6097, Bed 11; O, upper, and P, lower views. Q, R, ‘*O. sannemannii adventa*’ (Pollock, 1968). MGUV6096, Bed 11; Q, upper, and R, lower views. S, T, *K. aff. K. ovalis* (Ziegler and Klapper, 1964). MGUV6094, Bed 2; S, upper, and T, lower views. U, W, *M. falsiovalis* Sandberg, Ziegler and Bultynck, 1989. U, MGUV6095, Bed 6; upper view. W, MGUV6098, Bed 5; upper view. X–AB, *P. dubius* Hinde, 1879. MGUV6099, Bed 5; Y, upper, and Z, lower views. MGUV6104–6105, Bed 7; X and AA, upper, and AB, lower views. AC–AD, *P. ljaschenkoi* Kuzmin, 1995. MGUV6106, Bed 2; AC, upper, and AD, lower views. AE–AF, *P. pseudofoliatus* Wittekindt, 1966. MGUV6109, Bed 14a; AE, upper, and AF, lower views. Scale bar represents 200 μ m.



indicated a questionable downward extension into the uppermost Givetian *norrisi* Zone.

Icriodus sp. A
Figure 6K–N

Material. Two I elements from Bed 7; MGV6092–6093.

Description. Narrow platform with parallel sides. The length is about four times the width of the unit. Both anterior and posterior ends are acute. The anterior middle row is composed of up to six elliptical and pointed denticles. The posterior middle row is formed by three denticles that increase in size posteriorly; the two anterior, as a continuation of the middle row, are smaller, closer spaced, fused at their base and connected by a thin ridge; the posterior is stout, reclined and separated from the second by a deep notch. The spindle denticles are of approximately same height, the erect middle row denticles being anterior of corresponding lateral ones, which are slightly inclined and diverge outwards. Narrow and fully expanded basal cavity beneath the platform.

Remarks. *Icriodus* sp. A has a clearly narrower platform than *I. symmetricus* and a marked spindle shape. *I. alt. alternatus* has a clearly developed spur and a more spaced alternation than *Icriodus* sp. A.

Occurrence. Only in Europe (Central Pyrenees).

Stratigraphical range. Our specimens occur together with Lower Frasnian conodonts in Bed 7.

Genus KLAPPERINA Lane, Müller and Ziegler, 1979

Klapperina aff. *K. ovalis* (Ziegler and Klapper, in Ziegler, Klapper and Lindström, 1964)
Figure 6S, T

Material. One fragmentary Pa element (MGUV 6094) from Bed 2.

Description. Asymmetrical and flat platform. The maximum width of the platform is most likely located in the anterior third. In spite of the incompleteness of the lobes, it seems clear that the outer is narrower than the inner. The posterior end is pointed and the anterior is broken. The outer lobe is ornamented in the anterior part by ridges of nodes that reach the anterior carina; posteriorly, it seems flat. The inner lobe is mainly smooth, except for a few poorly developed small nodes at the posterior part. The middle ridge is curved anteriorly and straight posteriorly and is composed of, at least, nine individual coarse nodes that do not reach the posterior tip. This ridge stands out in high over the flat platform. Medium-small basal pit with slightly asymmetrical expansions, the outer side being wider. It develops a posterior sulcate keel that reaches the posterior end. The pit is located in the anterior part (approximately one-third).

Remarks. The specimen is broken and precludes a definitive assignment. Because of the position, size and asymmetry of the basal pit, we think that the closest taxon is *K. ovalis*. However, the asymmetrical platform of our specimen precludes reference to *K. ovalis*, which is defined as having a symmetrical platform. Besides, the upper surface is different from most of the specimens assigned to *K. ovalis*; in many of them, the carina is straight, and it is covered by nodes of different sizes on the surface. Only the specimens figured by Vandelaer *et al* (1989, pl. 3, fig. 5), Ji *et al* (1992, pl. 3, fig. 17) and Lazreq (1999, pl. 2, fig. 12) show a comparable curvature on the anterior carina. However, all of them exhibit a more dense ornamentation on the upper surface. Specimens with scarce ornamentation are illustrated by Ji (1989, pl. 3, figs 17–18), but they have symmetrical platforms and straight middle ridge.

Occurrence. Spanish Pyrenees.

Stratigraphical range. Appears together with *A. africana*, *P. dubius*, *P. ljaschenkoi* and *Polygnathus* sp. A in Bed 2.

Genus MESOTAXIS Klapper and Philip, 1972

Mesotaxis falsiovalis Sandberg, Ziegler and Bultynck, 1989
Figure 6U, W

- 1958 *Polygnathus dubia dubia* Hinde; Ziegler, pl. 1, fig. 3a, b (only) (= holotype).
- 1982 *Polygnathus asymmetricus* n. subsp. Ziegler and Klapper, pl. 1, fig. 6a, b (reillustration of Ziegler 1958, pl. 1, fig. 3a, b).
- 1992 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Bardashev, pl. 10, figs 14, 20.
- 1992 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Ji, Ziegler and Dong, pl. 3, figs 11–14.
- 1992 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Carls and Gong, p. 206, pl. 3, figs 6–7.
- 1992 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Yatskov and Kuzmin, pl. 2, fig. 10.
- 1993 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Racki and Bultynck, pl. 6, fig. 5a, b.
- 1994 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Wang, p. 100, pl. 1, fig. 5a, b.
- 1995 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Hüneke, pl. 2, fig. 12.
- 1999 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Lazreq, p. 67, pl. 3, fig. 3.
- 2004 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Izokh, Yolkin and Barharev, pl. 1, fig. 1.
- 2008 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Ovnatanova and Kononova, p. 1085, pl. 25, figs 7, 12, 14.
- 2010 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al*; Narkiewicz and Bultynck, fig. 16.16–16.18.

Material. Two partially broken specimens from Beds 5 (MGUV6098) and 6 (MGUV6095).

Description. A symmetrical, ovate platform with maximum width located in the middle part of the platform. In the specimen MGUV6095 (Fig. 6U), the outer side meets the carina slightly anterior of the termination of the inner side. Broken free blade that seems to be short and inclined; only two denticles are preserved in specimen MGUV6095, which are elliptical and fused. The denticles of the middle part of the carina are partially fused and are smaller than the adjacent ones. The straight posterior carina of specimen MGUV6098 (Fig. 6W) reaches the posterior end and is composed of six sharp and individual denticles with circular section and similar size. In contrast, the preserved posterior denticles of MGUV6095 (Fig. 6U) are rounded, distinct and broader; they decrease in height posteriorly and do not reach the tip of the element. Short anterior oblique trough margins. The platform ornamentation is composed of many fine and small nodes that cover the whole surface roughly increasing in size towards the margins. The nodes are coarser on the anterior part. Tiny basal pit located on the anterior half of the platform. In lateral view, the platform is flat and slightly arched at the posterior third.

Remarks. Although the posterior carina seems to be different in both specimens, all other common characters allow their identification as *M. falsiovalis*. This species can be easily confused with some taxa of *Klapperina* by its shape and ornamentation. Both genera share an oval-shaped platform and distribution of nodes, but there are some features that make it possible to distinguish the two taxa. *M. falsiovalis* has a small symmetrical pit that is located anterior of the midlength of the platform while *K. ovalis* has a slightly bigger asymmetrical pit that is more centrally located.

The platform outline and ornamentation and the more anterior position of the basal pit permit distinction from *P. dengleri*.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Ardennes, Harz Mountains, Rhenish Slate Mountains, Montagne Noire, Holy Cross Mountains, Volga-Ural Province and South Timan); Central Morocco; North America; Asia (West Siberia, Zeravshan-Hissar and Guangxi).

Stratigraphical range. According to Sandberg *et al* (1989), this taxon ranges from the base of the *falsiovalis* Zone to the oldest part of the *Ancyrognathus triangularis* Zone (MN1–11 zones).

Genus OZARKODINA Branson and Mehl, 1934

Remarks. We use the concept of *Ozarkodina* according to the restricted sense of Murphy *et al* (2004). To avoid the creation of a new genus at this state of knowledge, we use

'*Ozarkodina*' to stress that they are not true *Ozarkodina* and that in future works a new genus would have to be established for them.

'*Ozarkodina*' *sannemanni adventa* (Pollock, 1968) Figure 6Q, R

1968 *Spathognathodus sannemanni adventa* n. ssp.
Pollock, p. 439, pl. 63, figs 22, 24, 25.

Material. One broken specimen (MGUV6096) from bed 11.

Description. Anterior blade broken; the preserved part traces a faint sigmoidal path with both anterior and posterior carinae slightly curved. Denticles of posterior carina decreasing in height posteriorly; this is accompanied by a height diminution of the posterior blade. Hemispheric asymmetrical smooth lateral lobes, being narrower and reaching farther anteriorly. Expanded basal cavity, fully open beneath the lobes and that continues anteriorly and posteriorly in open furrows.

Remarks. Pollock (1968) defined several subspecies of *Spathognathodus sannemanni* from his Alberta collections based mainly on the presence and number of nodes on the lateral lobes. The lack of any nodes is diagnostic for '*O.*' *sannemanni adventa*. Pollock's specimen (pl. 63, fig. 24) has a straight posterior carina, but otherwise, the Pyrenean specimen is fully comparable to the Canadian one.

Occurrence. Only in Canada and Spain.

Stratigraphical range. Records from Alberta come from the Moberly and Milred Mbs. of the Beaverhill Lake Fm. and from comparable levels in the Maligne Fm., which Pollock (1968, text-fig. 2) correlates with the Lower Frasnian *asymmetricus* Zone. In the Pyrenees, it has been found together with *Schmidtognathus wittekindti*, *P. dubius* and '*Ozarkodina*' sp. A, in Ampriú section, Bed 11.

'*Ozarkodina*' sp. A Figure 6O, P

Material. One broken specimen (MGUV6097) from Bed 11.

Description. Anteriorly broken blade that bends posteriorly; anterior carina composed of mostly rounded denticles that are only free at their tips; posterior carina made of fused denticles that posteriorly transform into a ridge; height of preserved denticles is approximately the same. Strongly asymmetrical lobes, the left one (outer?) is broader, hemispheric and bears three stout nodes close to the carina (and roughly aligned with it) and two smaller on the posterior margin. The right (inner?) lobe is elongated, reaches the end of the blade, runs nearly parallel to the carina and bears five aligned round nodes on the anterior half; the two anterior are widely spaced and the other three are

adjacent along the cusp. In lateral view, the unit is slightly arched downwards at the posterior part. Asymmetrical, big and expanded basal cavity that continues in open furrows.

Remarks. Because of the great asymmetry of lobes, their outline and ornamentation, this form does not fit either with the original diagnosis of *Spathognathodus sannemanni* Bischoff and Ziegler, 1957 or the subsequent subspecies of Pollock (1968). Because of the scarcity and preservation of the material (one broken specimen), we prefer to leave it in open nomenclature.

Occurrence. Only in the Spanish Pyrenees.

Stratigraphical range. It has been found together with *S. wittekindti*, *P. dubius* and '*O.*' *sannemanni adventa* in Ampriú section, Bed 11.

Genus POLYGNATHUS Hinde, 1879

Polygnathus dubius Hinde, 1879

Figures 6X–AB

1879 *Polygnathus dubius* n. sp. Hinde, p. 362, pl. 16, figs 6–7.

2001 *Polygnathus dubius* Hinde; Liao, Valenzuela-Rios and Rodriguez, p. 26, pl. 4, figs 14, 18–19 (synonymy).

2003 *Polygnathus dubius* Hinde; Aboussalam, p. 177, pl. 19, figs 1–3.

Material. 112 specimens from beds 1(27), 2(22), 4(16), 5(5), 6(13), 7(22), 10(4) 11(1) and 14a(2); MGUV6099, MGUV6104–6105.

Description. Short free blade, approximately one-third of the total length of the element. Elongate platform that is slightly asymmetrical at the anterior half but fully asymmetrical at the posterior one; inner margin more or less straight and outer convex. Short and very narrow rostrum. The maximum width of the platform is approximately located in the middle part. The posterior margin is sharp. The denticles of the free blade, which are laterally compressed, free at the tips and decreasing in height posteriorly contrast with those of the anterior carina that are fused forming a low ridge. The posterior carina is composed of denticles fused in a ridge on which some tips stand out. The ornamentation consists of large transverse ridges that reach the margins of the adcarinal grooves; the ridges are poorly developed or absent in the rostral region. Nodes parallel to the posterior carina are observed in the outer adcarinal groove. Narrow and smooth adcarinal

troughs that are deeper anteriorly and disappear posteriorly. In lateral view, the posterior end slightly arches downwards. Tiny, round basal pit located at the anterior third of the platform. Straight keels forming an angle slightly <180 degrees.

Remarks. The development of a more symmetrical platform ornamented by thick and very close ridges, its mainly biconvex outline with marked constrictions, poor development of adcarinal grooves and a more posterior position of the pit permit distinguishing *P. pennatus* from *P. dubius*. Our material is quite similar to North African and European forms.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Cantabrian Mountains, Montagne Noire, Rhenish Slate Mountains, Harz Mountains, Devon); southern Morocco; North America (Nevada, northern Indiana and Iowa) and Asia (Guangxi and Tadzhikistan).

Stratigraphical range. According to Klapper in Ziegler (1973, p. 354), the first occurrence of this taxon is in the Upper *hermanni-cristatus* Zone; however, Klapper and Johnson in Johnson (1990, p. 941, fig. 52 range chart) show *P. dubius* starting at the base of the Lower *hermanni-cristatus* Zone. According to Lazreq (1999), this taxon reaches to the *hassi* Zone.

Polygnathus elegantulus Klapper and Lane, 1985 Figures 7A–D

1985 *Polygnathus elegantulus* n. sp. Klapper and Lane, p. 935, figs 18.8–18.14 and 21.8.

1988 *Polygnathus elegantulus* Klapper and Lane; Klapper and Lane, p. 470, fig. 1.

non 1993 *Polygnathus elegantulus* Klapper and Lane; Ji and Ziegler, p. 78, pl. 37, figs. 4–7; text-fig. 18.9

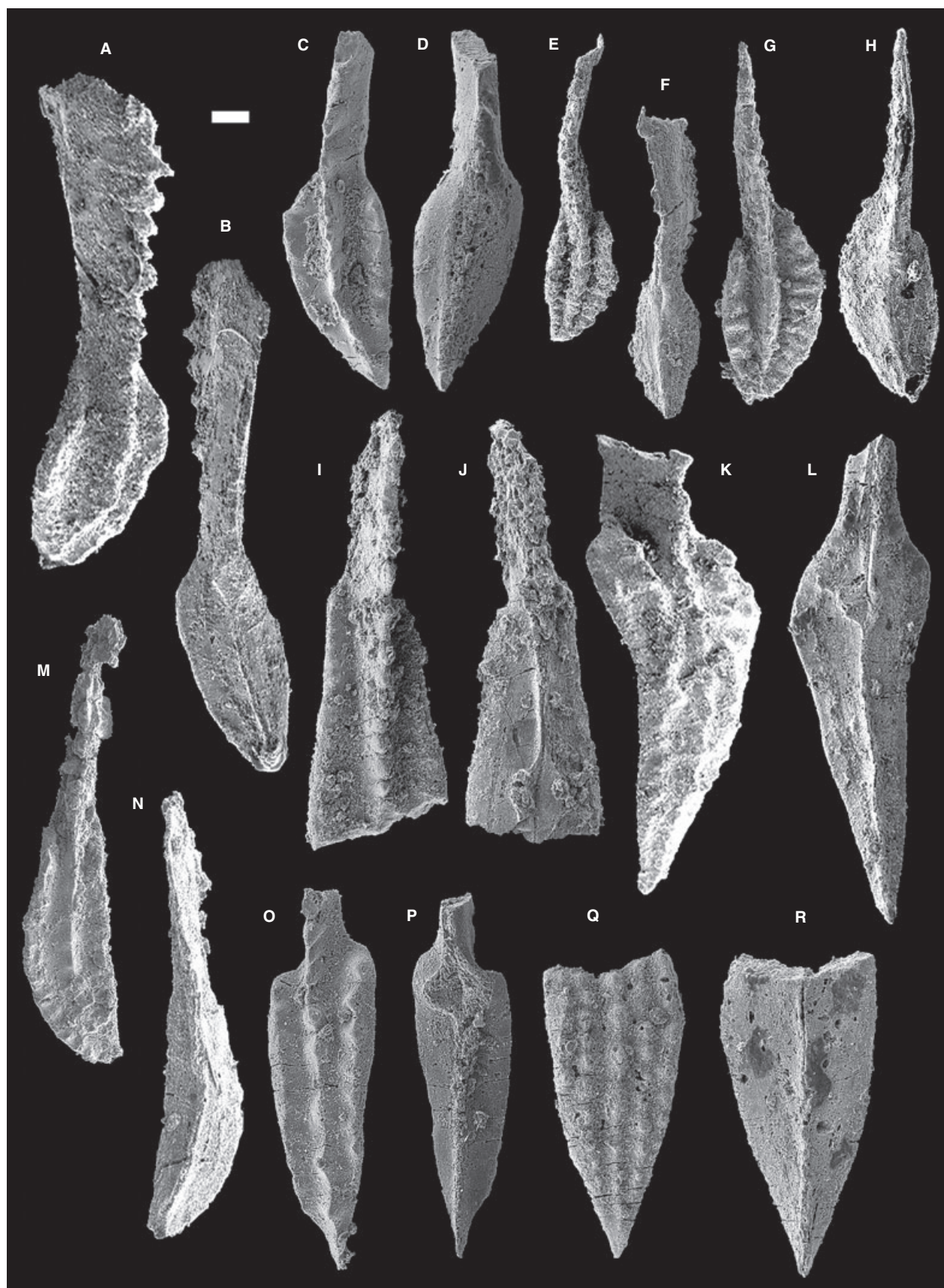
2002 *Polygnathus elegantulus* Klapper and Lane, García-López and Sanz-López, pl. 3, fig. 19.

2006 *Polygnathus elegantulus* Klapper and Lane, Pisarzowska, Sobstel and Racki, fig. 13N; table 1.

Material. Two specimens from Bed 7; MGUV6100, 6101.

Description. Characteristic sagittate platform outline that represents slightly more than one-third of the length of unit. Free blade higher anteriorly (Fig. 7A). The maximum width of the platform is located at the beginning of the anterior part. The anterior carina is composed of 10–12 laterally compressed denticles; the denticles of the free blade are distinct, decreasing posteriorly with a serrate profile. The ones from the platform are of even size, lower than those of the free blade and free only at their tips or beginning to fuse in a faint ridge. The posterior

FIG. 7. A–D, *P. elegantulus* Klapper and Lane, 1985. MGUV6101, MGUV6100, Bed 7; A and C, upper views; B and D, lower views. E–H, *Polygnathus* sp. A. E–F. MGUV6107, Bed 1; E, upper, and F, lower views; G–H, MGUV6108, Bed 2; G, upper, and H, lower views. I, J, *S. hermanni* Ziegler, 1966. MGUV6111, Bed 12; I, upper, and J, lower views. K, L, O, R, *S. wittekindti* Ziegler, 1966. K, L, MGUV6112, Bed 11; K, upper, and L, lower views. O–R, MGUV6113–6114, Bed 13, O, Q upper and P, R lower views. M, N, *Polygnathus* sp. B. MGUV6110, Bed 7; M, upper, and N, lower views. Scale bar represents 200 μ m.



carina reaches the posterior end and is composed of denticles connected by a faint ridge; the denticles are free only at their tips. The ornamentation of the platform consists of a few fine nodes (some of them rounded) on the margins. Short anterior trough margins. Deep, smooth and wide adcarinal troughs that are deeper anteriorly. In lateral view, the unit is slightly arched downwards. Basal pit located at the anterior part of the platform and very close to the free blade. Conspicuous posterior keel, clear rims and wide crimp.

Remarks. The presence of a conspicuous depression immediately posterior of the pit in *P. communis communis* distinguishes it from *P. elegantulus*. Besides, the relative proportion free blade/platform (higher in *P. elegantulus*), the lack, or very weak platform ornamentation of *P. communis communis*, the projection of the posterior carina beyond the platform and the less sagittate platform outline of *P. communis communis* are minor features that separate the two taxa. However, as mentioned above, the main distinction is the lack of a depression immediately posterior of the pit in *P. elegantulus*.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Cantabrian Mountains, Holy Cross Mountains) and North America (Alberta, Northwest Territories).

Stratigraphical range. According to Klapper (1997, p. 127 and table 1), the range of *P. elegantulus* in the Northwest Territories of Canada is restricted to a narrow interval within MN Zone 6. However, Narkiewicz and Narkiewicz (2008) extend its range from the upper *punctata* to the *jamieae* zones (upper part of MN6 to lower MN11 zones). In Ampriú, it occurs together with *A. africana*, *I. symmetricus*, *P. dubius*, *A. lobata*, *A. devonica*, *Ancrodella* sp. A and *Polygnathus* sp. B.

Polygnathus ljaschenkoi Kuzmin 1995

Figure 6AC–AD

- 1995 *Polygnathus ljaschenkoi* n. sp. Kuzmin, p. 119, pl. 1, figs 8, 9.
- 1997 *Polygnathus ljaschenkoi* Kuzmin; Zhuravlev, Evdokimova and Sokiran, pl. 1, fig. 12.
- 2000 *Polygnathus ljaschenkoi* Kuzmin; Ziegler, Ovnatanova and Kononova, pl. 6, figs 1, 2; pl. 8, fig. 1.
- 2008 *Polygnathus ljaschenkoi* Kuzmin; Ovnatanova and Kononova, p. 1133, pl. 18, figs 4, 6–8 (reillustrated).

Material. One specimen from Bed 2; MGUV6106.

Description. Slightly asymmetrical, lanceolate platform. The free blade is shorter than the platform and is composed of eight denticles (including one germinal) connected at their bases, but mostly free. Three anterior denticles are higher than the rest, the highest being located about the middle part of the free blade.

The lateral margins of the platform are parallel and form a poorly developed rostrum at the anterior part. Slightly sinuous outer margin that widens in the middle part; almost straight inner margin. Pointed and sharp posterior end that arches downwards. Platform ornamented by few short transverse ridges that are widely spaced. High posterior carina that starts straight and bend posteriorly reaching the posterior end. It is composed of fused denticles; some of them are visible on the posterior part. The adcarinal troughs are deep and reach the posterior end. In the lateral view, the unit is arched downwards, especially the posterior half. Small basal pit located in the anterior third of the platform, close to the anterior margin. Curved, narrow keels; high posterior keel.

Remarks. This species is close to *P. denisbriceae* and the relative proportions of the free blade/platform of our specimen are closer to *P. denisbriceae* than to *P. ljaschenkoi*. However, the ornamentation of the posterior carina, size and position of the basal pit fit well with *P. ljaschenkoi*, and these features are clearly different from those of *P. denisbriceae*.

Occurrence. Pyrenees and the Russian Platform (eastern and northern parts).

Stratigraphical range. The species is recorded in sections and boreholes of the Central Russian Platform from the local upper Timanian and lower Sargaevo Stages (Ovnatanova and Kononova 2008); according to these authors, the species ranges from the Early to Late *falsiovalis* zones. Our specimen is recorded from Bed 2 together with taxa of the MN4 Zone.

Polygnathus pseudofoliatus Wittekindt, 1966

Figure 6AE–AF

- 1966 *Polygnathus pseudofoliatus* n. sp. Wittekindt, p. 637, pl. 2, figs 19–23.
- 1991 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Bardashev, pl. 5, figs 1, 5–7, 12; pl. 1, fig. 13, *non* fig. 17.
- 2001 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Liao, Valenzuela-Rios and Rodriguez, p. 34, pl. 3, figs 1–5, 7, 10–12, 14–17 (synonymy).
- 2003 *Polygnathus pseudofoliatus* Wittekindt; Aboussalam, p. 186, pl. 28, figs 5, 10.

Material. One specimen (MGUV6109) from Bed 14a.

Description. Nearly symmetrical elongate/lanceolate platform with a marked constriction in the anterior half separating the posterior half from the anterior end; the posterior half is wider. The length of the platform and free blade is approximately the same. The free blade is curved and it is composed of 10 stout denticles; although the tips are broken, it seems that the middle denticles are the highest. Denticles on the free blade are considerably higher than those of the platform. The last denticles of the anterior carina, the cusp and the two anterior denticles of the

posterior carina are almost fused. The rest of the posterior carina consists of individual broad nodes. Platform ornamented by marginal nodes at the narrow anterior part and by thin transverse ridges at the posterior half. Deep adcarinal troughs developed only in the anterior half (just up to the beginning of the constriction). In the lateral view, the unit is slightly arched downwards. Short anterior troughs are weakly developed, gradually sloping downward. Moderate basal pit located in the anterior third of the platform. Grooved anterior keel and elevated posterior keel.

Remarks. The combination of a nearly symmetrical platform of almost the same length as the free blade, short anterior troughs, constriction on the anterior half, platform ornamentation, size and position of basal cavity allow us to assign our specimen to *P. pseudofoliatus*. Our specimen differs slightly from the North American forms by having a narrower platform (compare Sparling 1995).

Occurrence. Europe (Central Pyrenees, Rhenish Slate Mountains, Harz Mountains, Ardennes, Cantabrian Mountains, Russian Platform and Carnic Alps); Africa (Pre-Saharan of Morocco); North America (Ohio, New York, Indiana, Michigan, Kentucky and NW Territories); NE Iran and Australia (Queensland and New South Wales).

Stratigraphical range. According to Weddige (1977), Klapper and Ziegler (1979) and Austin *et al* (1985), this species ranges from the *australis* Zone (Eifelian) to the Middle *varcus* Zone (Givetian), but Aboussalan 2003 expanded its range from the *co-status* Zone to the *cristatus ectypus* Zone.

Polygnathus sp. A Figure 7E–H

1992 *Polygnathus* cf. *Po. pennatus* Klapper and Lane;
Yatskov and Kuzmin, fig. 2.9, 2.11.

Material. Two specimens from Bed 1 (MGUV6107) and Bed 2 (MGUV6108).

Description. Short, broad, oval platform that represents about half of the total length. Maximum width around the middle of the platform. Anterior and posterior carinae form a sinuous denticulate ridge that does not reach the posterior end. The height of denticles decreases from anterior to posterior, the six more to the anterior being roughly alike and higher than the rest. Denticles of the posterior carina fused in a broad crest. Ornamentation consists of a few strong transverse ridges that are more numerous on the outer side. Relatively deep and narrow adcarinal troughs that fade out in the posterior third. Outer side of specimen MGUV6108 (Fig. 7G) is wider than inner. Anterior termination of platform margins is at the same height, giving the anterior part of the platform of specimen MGUV6107 (Fig. 7E) a square aspect. In contrast, the platform anterior margins of specimen MGUV6108 (Fig. 7G) meet at different points, the inner side meeting more to the posterior. In lateral view, the unit is slightly arched in the anterior part and flat in the posterior one. Moderate to small, oval

basal pit located in the anterior third of the platform. Anteriorly, it continues in a narrow furrow and posteriorly in a keel.

Remarks. The combination of characters seems to be unique, but the scarcity of material precludes a definitive assignment. Even these two specimens show some differences that can be related to ontogenetic variation (G. Klapper, pers. comm. 2011). The platform ornamentation is similar to that of *P. morgani*, but the longer free blade of the new taxon and the position of the anterior margins allows the distinction. The ratio of the free blade/platform is close to *P. elegantulus*, but the ornamentation is markedly different. Our specimen MGUV6108 is very close in all relevant characters to the Russian (south Timan) specimens illustrated by Yatskov and Kuzmin (1992, figs 2.9, 2.11) identified as *P. cf. P. pennatus*.

Occurrence. Pyrenees (Ampriú) and south Timan.

Stratigraphical range. In Beds 1 and 2, together with *A. africana*, *A. mouravieffi*, *I. symmetricus*, *P. dubius*, *P. pennatus*, *P. ljaschenkoi* and *K. cf. K. ovalis*.

Polygnathus sp. B Figure 7M, N

Material. One specimen (MGUV6110) from Bed 7.

Description. Asymmetrical elongated platform with curved outer side more developed than the straight inner one; the anterior part of the platform is narrower. Smooth transition from platform to free blade. Free blade nearly complete and slightly shorter than platform; it contains at least eight individuals denticles. The anterior carina consists of fused denticles in a thin crest. Posterior carina also fused but some tips are observed; it does not reach the posterior end. The ornamentation is very simple and consists of marginal denticles in the anterior half and coarse denticles or short transverse ridges in the posterior half. Shallow adcarinal troughs developed in the anterior two-thirds of the platform; flat posterior third. Laterally, the unit is slightly arched downwards. Small, suboval basal pit located in the anterior third. Elevated, grooved keels.

Remarks. This form resembles *P. decorosus* in the outline and narrowness of the platform, but it differs in the development of a narrow fused main carina that does not reach the posterior end and in the presence of shallower adcarinal troughs; also, *Polygnathus* sp. B has a more curved platform than *P. decorosus*.

Occurrence. Pyrenees.

Stratigraphical range. In the Ampriú section occurs together with *A. africana*, *A. lobata*, *A. devonica*, *I. symmetricus*, *P. dubius* and *P. elegantulus*.

Genus SCHMIDTOGNATHUS Ziegler, 1966

Schmidtognathus hermanni Ziegler, 1966

Figure 7I, J

- 1966 *Schmidtognathus hermanni* n. sp. Ziegler, p. 664, pl. 3, figs 5–26.
 1973 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Ziegler, p. 425, *Schmidtognathus* pl. 1, fig. 3a–d.
 1985 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Ziegler and Wang, p. 20, pl. 2, figs 13–14.
 1985 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Bardashev and Ziegler, p. 69, pl. 1, figs 30–31.
 1992 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Bardashev, p. 51, pl. 6, figs 24–25.
 ?1994 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Bai, Bai, Ma, Wang and Sun, p. 185, pl. 29, fig. 4.
 1994 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Wang, pl. 9, figs 9, 11.
 ?1995 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Shen, p. 264, pl. 2, figs 18–19.
 1995 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Sanz-López, p. 546, pl. 31, figs 10–11.
 ?2003 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Aboussalam, p. 191, pl. 21, figs 16–17; pl. 22, figs 1–5.
 2008 *Schmidtognathus hermanni* Ziegler; Liao and Valenzuela, p. 9, fig. 5B, C.

Material. One incomplete specimen (MGUV6111) from Bed 12.

Description. Posteriorly broken platform with margins converging anteriorly. The free blade is shorter than platform and has about seven denticles of nearly the same height and oval section, laterally compressed and fused at their bases. The anterior carina consists of about eight round denticles that are fused at their bases. The narrowest part of the platform is at the anterior end and gradually widens to approximately the cusp region; breakage impedes further observation. Anterior margins meet the free blade at different height. In lateral view, the preserved part of the unit is flat. Slightly asymmetrical, deep, big basal pit with lips. Grooved anterior keel.

Remarks. This fragmentary specimen is included in *S. hermanni* by the combination of the following characters: short free blade with even denticles that are higher than those of the platform, narrowing platform at the anterior part and unaligned anterior margins. It differs from most of the figured and type material in the lack of a marked lateral expansion of the basal pit; however, even one of the paratypes (Ziegler 1966, pl. 3, fig. 13) does not clearly show this expansion.

Occurrence. Europe (Sauerland, Rhenish Slate Mountains, Harz Mountains, Montagne Noire, Cantabrian Mountains, Central Pyrenees); southern Morocco; North America (Nevada, southern Indiana); Central Asia (Turkistan, Tajikistan, Central Pamir) and East Asia (Guangxi).

Stratigraphical range. Ziegler (1966, 1971) considered that its range is from the *hermanni* to the Early *falsiovalis* zones. Klapper and Johnson (*in* Johnson, 1990) shortened its higher range to the top of the Upper *hermanni* Subzone.

Schmidtognathus wittekindti Ziegler 1966

Figure 7K, L, O–R

- 1966 *Schmidtognathus wittekindti* n. sp. Ziegler, p. 665, pl. 1, figs 11–16; pl. 2, figs 1–10 (holotype figs 8–10).
 1976 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Ziegler, Klapper and Johnson, pl. 3, figs 36–39.
 1985 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Bardashev and Ziegler, p. 74, pl. 1, fig. 33.
 1985 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Ziegler and Wang, pl. 2, figs 17–18.
 1989 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Ji, pl. 2, figs. 22–23.
 1992 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Bardashev, pl. 6, figs 21–23.
 non1992 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Bardashev, pl. 6, fig. 35.
 1995 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Sanz López, p. 546, pl. 31, figs 8–9.
 1998 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Rogers, p. 732, fig. 15.
 non1998 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Rogers, p. 732, fig. 13.
 1999 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Lazreq, p. 78, pl. 1, figs 28–29.
 2003 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Aboussalam, p. 193, pl. 22, figs 6–10.
 2010 *Schmidtognathus wittekindti* Ziegler; Narkiewicz and Bultynck, figs 17.18, 19.1–19.2.

Material. Three broken specimens from Beds 11(1) and 13(2); MGUV6112–6114.

Description. Slightly asymmetrical triangular platform. The maximum width is located at the first-third of the platform. Posterior carina composed of at least seven denticles with circular to oval section connected by a thin ridge (Fig. 7K, O) or isolated (Fig. 7Q). The platform is ornamented by marginal nodes and by a second row of thick round nodes approximately aligned parallel to the carina. One specimen (Fig. 7O) only has marginal nodes. Marginal nodes do not reach the posterior end so that the posterior tip of the platform only has the central nodes of the carina. In lateral view, the unit is strongly arched downward at both ends. Markedly asymmetrical, labiated basal pit of moderate size located near the anterior end of the platform. Elevated posterior keel weakly grooved and anterior keel has a narrow furrow.

Remarks. The clearly asymmetrical platform that bears more closely spaced rows of nodes distinguishes *S. peracutus* from our specimens. Further, the basal pit of our

specimens is considerable larger than that of *S. peracutus*. The relatively long platform distinguishes our single ornamented specimen (Fig. 7O) from *S. pietzneri*. Also, the straight carina of our specimens versus the strongly laterally curved carina of *S. pietzneri* allows distinction. The latter also shows a strongly downward arch of the unit in lateral view that contrasts with the slight arching of our specimens.

Occurrence. Europe (Pyrenees, Montagne Noire, Holy Cross Mountains); Morocco (Bou Tchrafine); North America (Iowa) and Asia (Guangxi, Tadzhikistan).

Stratigraphical range. From the Upper *hermanni* to *disparilis* zones; but according to Bardashev 1992, the highest record can reach to the Lower *falsiovalis* Zone.

DISCUSSION OF RESULTS, BIOSTRATIGRAPHIC INTERPRETATION AND CONODONT PALAEOGEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

Bultynck and Gouwy (2002) proposed a time-balanced three-fold subdivision of the Givetian Stage based on the entry of index conodont taxa. The criteria for the subdivision were approved by a formal vote in 2006 by the International Subcommittee on Devonian Stratigraphy (SDS) and basically are: base of the Middle Givetian coincides with the base of the *rhenanus-varcus* conodont Zone of Bultynck (1987); base of the Upper Givetian coincides with the base of the *hermanni* conodont Zone. In their summary correlation paper, Bultynck and Gouwy (2008) could not make any reference to the Pyrenean sections.

Regarding the Frasnian subdivision, a threefold subdivision has been proposed as follows: base of the Middle Frasnian coinciding with the base of the MN5 conodont Zone equivalent to the base of the *punctata* conodont Zone (Klapper and Becker 1999, fig. 1); base of the Upper Frasnian positioned at the *Palmatolepis semichatovae* transgression event, which is in the lower part of MN11 conodont Zone. As in the Givetian, formal submission to International Commission on Stratigraphy is still in progress.

Taking into account the current situation outlined above, we refer our data to this international context and discuss their implications.

The conodont record from the section Ampriú permits recognition of two markedly different sets of conodonts of different ages. This palaeontological interpretation is reinforced by field observations. The younger set (Beds 1–10, Frasnian in age) is dominated by species of *Ancyrodella* with some *Polygnathus* and one species each of the genera *Mesotaxis*, *Klapperina* and *Icriodus*. This set is

overthrust by an Upper Givetian one (Beds 11–14) dominated by *Schmidtnathus* accompanied by *Polygnathus* and two species of “*Ozarkodina*”.

The Frasnian set does not start before MN4 Zone or its equivalent in the Frasnian Standard Zonation, the *transitans* Zone, and reaches up to MN6 (equivalent to the upper part of the *punctata* zone (Klapper and Becker 1999, fig. 1). The Givetian set is restricted to the *hermanni* and the *cristatus ectypus* zones. Below we describe in more detail the conodont sequence and its biostratigraphical interpretation.

The common occurrence of *A. africana* and *A. mouravieffi* restricts Bed 1 to an interval between MN4–6 conodont zones. Other taxa recorded from Bed 1 do not permit better precision. However, the presence of *P. ljaschenkoi* in Bed 2 combined with records of Bed 1 suggests that these two beds correspond to MN4. Bed 3 has yielded no conodonts. Bed 4 lacks zonally diagnostic taxa, but many of those present have their upper range in MN6 (*A. mouravieffi*, *A. devonica* and *P. dubius*). The presence of *A. lobata* in Bed 5 together with *A. cf. mouravieffi* would indicate the MN6 Zone, as the former does not start before MN6 and the latter does not range higher than MN6. The records of *P. dubius* and *P. pennatus*, which become extinct in MN6, corroborate this interpretation. Bed 6 with *M. falsiovalis* (that has a longer range) and *P. dubius* also belongs to MN6. Bed 7 has the richest Frasnian conodont diversity of the section, and the combination of all taxa indicate at a rather clear position within MN6. Some taxa of this bed have their upper range limited to MN6 (*A. africana*, *A. devonica*, *P. dubius*) and others start their lower range in MN6 (*A. lobata*). Bed 8 is sterile. Bed 9 with *A. lobata* does not start before MN6 and could reach to MN10, but the record of *P. dubius* in Bed 10 indicates that both Beds 9 and 10 belong to MN6.

In summary, the uppermost Lower Frasnian (MN4 Zone) is identified in Beds 1 and 2 and the Middle Frasnian starts before Bed 5, which already belongs to the MN6 Zone. The boundary between Lower and Middle Frasnian, which coincides with the base of MN5 Zone, cannot be identified but has to lie between the upper third of Bed 2 and the lower two-thirds of Bed 5.

As mentioned above, Beds 11 to 14 indicate a Givetian age. The appearance of *S. wittekindti* in Bed 11 limits the range of this bed to an interval between the *hermanni* and lower *disparilis* zones (Klapper and Johnson, in Johnson 1990). However, Aboussalam 2003 has shown its range up to the *norrisi* Zone in the uppermost Givetian. In the Pyrenean section of Compte, Liao and Valenzuela-Ríos (2008) also show its highest local range within the Lower *disparilis* Zone. The record of *S. hermanni* in Bed 12 could slightly raise the range of this Givetian set to the MN1 Zone (highest records according to Aboussalam

2003 and Liao and Valenzuela-Ríos 2008), but the record of *S. wittekindti* limits the upper range of both beds to the Lower *disparilis* Zone (or *norrisi* Zone according to Aboussalam 2003). Moreover, as *P. pseudofoliatus* has been found in Bed 14a, the highest range of all these Givetian beds would be limited to the *cristatus ectypus* Zone. Thus, the Givetian interval is restricted to the two basal Zones of the Upper Givetian: the *hermanni* Zone and the *cristatus ectypus* Zone.

The conodont record described above shows that the rocks of the Sierra Negra Subfacies belong to different biofacies than the rocks of the Renanué Subfacies (for details of the latter see Liao *et al* 2001, 2008). For instance, in the Givetian strata of similar age in Renanué, the genus *Schmidtognathus* is absent. Also, no *Ancyrodella* has yet been found in Frasnian rocks at Renanué. These facts together with the different lithofacies observed in the two sections support the reference to two different units (subfacies) for the Devonian rocks cropping out south of the Maladeta Massif (Sierra Negra Subfacies) and those exposed in the proximity of Renanué (Renanué Subfacies). The initial separation into two units (i.e. Mey 1967) was subsequently questioned by Zwart (1979), who included the Renanué Subfacies as a part of the Sierra Negra Subfacies; this latter interpretation has now become widely accepted. However, data presented herein strongly support separation of the two units, as Mey (1967) initially proposed.

The conodont record has more similarity (although not completely) with that from the Subfacies Compte (see Liao and Valenzuela-Ríos 2008), but lithological characters are clearly different. The similarities in the conodont record will allow accurate correlation between the subfacies, which, in turn, will help the understanding of the geological history of the Pyrenean Devonian basin(s).

Species of the genus *Ancyrodella* are commonly found in north and peri-Gondwana regions such as the Montagne Noire, Cantabrian Mountains, Ardennes, Holy Cross Mountains, Harz Mountains, Rhenish Slate Mountains and Morocco. Scattered records of some species are also documented from the Russian Platform (*A. devonica*), Laurasia: New York (*A. africana*) and the Northwest Territories of Canada (*A. lobata*) and Asia: *A. lobata* in Yunan and Guangxi.

I. symmetricus is only recorded from a few northern Gondwana and Laurasian localities. *M. falsiovalis* is more widespread in Gondwana and Laurasia and also recorded from the Russian Platform, China and Siberia.

'O.' *sannemanni adventa* is so far restricted to northern Gondwana (Pyrenees) and Laurasia (Alberta, Canada).

The genus *Polygnathus* is more widespread, reaching all the main areas mentioned above (northern and peri-Gondwana, Laurasia, Russian Platform, Asia) and also

Australia, but species distribution changes. The more cosmopolitan taxa are *P. pseudofoliatus* in all main areas and *P. dubius* (all main areas but the Russian Platform and Australia).

The genus *Schmidtognathus* is also cosmopolitan; its two species are identified in Ampriú (*S. hermanni* and *S. wittekindti*) and are only absent in the Russian Platform and Australia.

CONCLUSIONS

The description of 20 conodont taxa from the Ampriú section permits identification with certainty of Upper Givetian, Lower and Middle Frasnian strata for the first time in the Sierra Negra Subfacies of the Spanish Central Pyrenees. These records are consistent with worldwide sequences and, therefore, augment the knowledge of the group during the investigated interval.

The Upper Givetian fauna is composed of *S. hermanni*, *S. wittekindti*, *P. dubius*, *P. pseudofoliatus* and 'O.' *sannemanni adventa*. This association and its stratigraphical distribution in beds 11–14a permit assignment to a narrow interval comprising the *hermanni* and the *cristatus eptycus* zones.

The Lower and Middle Frasnian association is dominated by taxa of the genera *Ancyrodella* and *Polygnathus*; among them, the following taxa stand out: *A. africana*, *A. mouravieffi*, *A. devonica*, *A. lobata*, *P. dubius* and *P. lijashenkoi*. Other important taxa are *I. symmetricus*, *K. aff. K. ovalis* and *M. falsiovalis*. The sequence of taxa and their stratigraphical distribution discussed herein suggest that the beds 1–10 represent an interval from the MN4 Zone to the MN6 Zone. Unfortunately, it is not possible to trace the base of the MN5 Zone and, consequently, the Lower to Middle Frasnian boundary cannot be determined in the Ampriú section, but it has to be located between the upper parts of Bed 2 and the lower part of Bed 5.

P. lijashenkoi is identified for the first time outside the Russian Platform region. The record in the Pyrenees, which extends its geographical distribution, would also slightly extend the upper part of its range to the MN4 Zone and the *transitans* Zone of the Frasnian standard zonation, which are exactly equivalent as they are defined in the same way (see Klapper and Becker 1999).

The conodont record from Ampriú supports the initial lithological separation of Mey (1967) for the Devonian Pyrenean rocks cropping out south of the Maladeta Massif. Furthermore, comparable conodont record, but distinct lithofacies, permits fine time-correlation with the corresponding strata of the Compte Subfacies.

The palaeogeographical distribution of taxa is in favour of a northern (peri-) Gondwana position for the Pyrenees

with the highest degree of faunal similarity with south-central European regions and Morocco. About half of the taxa are shared with Laurasia and Asia (although not exactly the same species). The presence of five taxa common with the Russian Platform is also remarkable. The similarity with Australian faunas is low and restricted to cosmopolitan taxa.

Acknowledgements. Javier Valenzuela-Ríos helped in the first description and sample collections of the section. The hospitality and care of María del Carmen Pueyo and her family made it a pleasure to work hard in this area. We thank the thoroughful and detailed comments by Gilbert Klapper that helped to improve the initial and subsequent manuscript. Comments by C. Girard are also appreciated. Lindy Brastrom (Iowa State University) kindly helped editing the last version. Editorial comments are also acknowledged.

This work represents a contribution to IGCP-596 'Climate change and biodiversity patterns in the Mid-Palaeozoic' and to the Spanish Research Project CGL 2011-24775-MICINN. This work was also partially supported by DAAD (J.C.L.) and the Alexander von Humboldt-Stiftung (J.I.V.-R). We are grateful to the SCSIE (Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental) of the University of Valencia for technical support.

Editor: Philip Donoghue

REFERENCES

- ABOUSSALAM, Z. S. 2003. Das "Taghanic-Event" im höheren Mittel - Devon von West-Europa und Marokko. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, **97**, 1–330.
- AUSTIN, R. L., ORCHARD, M. J. and STEWART, I. J. 1985. Conodonts of the Devonian System from the Great Britain (with contributions from BARNES, R. P., CASTLE, C., DRUMMOND, M., KIRCHGASSER, W. T.; SADLER, P. M. and SELWOOD, E. B.). 93–166. In HIGGINS, A. C. and AUSTIN, R. L. (eds). A stratigraphical Index of conodonts. British Micropalaeontological Society Series, Chichester, 93–166.
- BAI, S. L., BAI, Z. Q., MA, X. P., WANG, D. R. and SUN, Y. L. (eds) 1994. *Conodont zonation and correlation, bio-event and chemo-event, Milankovitch cycle and nickel-episode. Devonian Events and Biostratigraphy of South China*. Peking University Press, Peking, 303 pp.
- BARDASHEV, I. A. 1991. Stratigraphy and conodonts of the Eifelian deposits of Central Tajikistan. 25–41. In KHALYMBADZHA, V. J. (ed.). *Conodonts of the USSR Eifelian Stage, Kazan*. Kazan University, Kazan, 89 pp. [In Russian].
- 1992. Conodont Stratigraphy of Middle Asian Middle Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **154**, 31–84.
- and ZIEGLER, W. 1985. Conodonts from a Middle Devonian section in Tadzhikistan (Kalagach Formation, Middle Asia, USSR). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **75**, 65–78.
- BISCHOFF, G. and ZIEGLER, W. 1957. Die Conodonten-chronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, **22**, 1–136.
- BOERSMA, K. T. H. 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen*, **49**, 303–377.
- BRANSON, E. B. and MEHL, M. G. 1934. Conodont from the Grassy Creek shale of Missouri. *University of Missouri Studies*, **8**, 171–259 [date of imprint, 1933].
- 1938. The conodont genus *Icriodus* and its stratigraphic distribution. *Journal of Paleontology*, **12**, 156–166.
- BULTYNCK, P. 1987. Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de L'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **57**, 149–181.
- 2003. Devonian Icriodontidae: biostratigraphy, classification and remarks on paleoecology and dispersal. *Revista Española de Micropaleontología*, **35**, 295–314.
- and GOUWY, S. 2002. Towards a standardization of Global Givetian substages. *Proceedings of the International Symposium on the Geology of the Devonian System*. Syktyvkar, Geoprint, 142–144.
- 2008. Reference sections for the Middle Givetian Substage. *Subcommission on Devonian Stratigraphy, Newsletter*, **23**, 21–31.
- CARLS, P. and GONG, D. 1992. Devonian and Early Carboniferous Conodonts from Shidian (Western Yunnan, China). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **154**, 179–221.
- CLARK, D. L. and ETHINGTON, R. L. 1966. Conodonts and biostratigraphy of the Lower and Middle Devonian of Nevada and Utah. *Journal of Paleontology*, **40**, 659–689.
- DRUCE, E. C. 1976. Conodont biostratigraphy of the Upper Devonian Reef Complexes of the Canning Basin, Western Australia. *Bulletin of the Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Australia*, **158**, 1–301.
- GARCÍA-LÓPEZ, S. 1981. Nueva especie de *Ancyrodella* (Conodonta) del Devónico Superior de la Cordillera Cantábrica (NO. de España). *Estudios Geológicos*, **37**, 263–267.
- 1986. Los conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico Asturleonés (España). *Publicaciones Especiales del Boletín Geológico y Minero. Instituto Geológico y Minero de España*, 1–112.
- and SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Devonian to Lower Carboniferous conodont biostratigraphy of the Bernesga Valley section (Cantabrian Zone, NW Spain). 163–205. In GARCÍA-LÓPEZ, S. and BASTIDA, F. (eds). *Paleozoic conodonts from Northern Spain*. Cuadernos del Museo Geominero, **1**, 438 pp.
- GARCÍA-SANSEGUNDO, J. and ARBIZU, M. 1990. Datos estratigráficos y paleontológicos de la sucesión devónica del área del río Baliera (Zona Axial, Pirineos centrales españoles). *Geogaceta*, **7**, 33–35.
- HELSEN, S. and BULTYNCK, P. 1992. Conodonts and Megafauna from Two Sections at Nismes and Mariembourg (Frasnian of the Southern Flank of the Dinant Synclinorium, Belgium). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **115**, 145–157.

- HINDE, G. J. 1879. On conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale divisions of the Devonian, in Canada and the United States. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, **35**, 351–369.
- HÜNEKE, H. 1995. Early Devonian (Emsian) to Late Devonian (Famennian) stratigraphy and conodont of the Antoinettenweg section in the Lower Harz Mountain (Germany). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **188**, 99–131.
- IZOKH, N. G., YOLKIN, E. A. and BAKHAREV, N. K. 2004. Early Frasnian Conodonts from the Rudny Altai (West Siberia). *News on Paleontology and Stratigraphy, Geology and Geophysics*, **45**, 89–101. [In Russian].
- JI, Q. 1989. On the Frasnian Conodont Biostratigraphy in the Guilin Area of Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **117**, 303–320.
- and ZIEGLER, W. 1993. The Lali Section: An Excellent Reference Section for Upper Devonian in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **157**, 1–183.
- and DONG, X. 1992. Middle and Late Devonian Conodonts from the Licun Section, Yongfu, Guangxi, South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **154**, 85–105.
- JOHNSON, J. G. 1990. Lower and Middle Devonian brachiopod-dominated communities of Nevada, and their position in a biofacies-province-realm model (with a section on Revision of Middle Devonian conodont zones, by G. Klapper and J. G. Johnson). *Journal of Paleontology*, **64**, 902–941.
- KLAPPER, G. and TROJAN, W. R. 1980. Braquiopod and Conodont successions in the Devonian of the northern Antelope Range, central Nevada. *Geologica et Palaeontologica*, **14**, 77–116.
- KLAPPER, G. 1985. Sequence in the conodont genus *Ancyrodella* in the Lower *asymmetricus* Zone (earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France. *Palaeontographica Abteilung A*, **188**, 19–34.
- 1997. Graphic correlation of Frasnian (Upper Devonian) sequences in Montagne Noire, France, and western Canada. *Geological Society of America, Special Paper*, **321**, 113–129.
- and BECKER, T. R. 1999. Comparison of Frasnian (Upper Devonian) Conodont Zonations. *Bolletino Della Società Paleontologica Italiana*, **37**, 339–348.
- and LANE, H. R. 1985. Upper Devonian (Frasnian) Conodonts of the *Polygnathus* Biofacies, N.W.T. Canada. *Journal of Paleontology*, **59**, 904–951.
- 1988. Frasnian (Upper Devonian) conodont sequence at Luscar Mountain and Mount Haultain, Alberta Rocky Mountains. 469–478. In MCMILLAN, N. J., EMBRY, D. J. and GLASS, D. J. (eds). *Devonian of the World, Second International Symposium on the Devonian System*, 1987. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir, **14**, 469–478.
- and PHILIP, G. M. 1972. Familial Classification of reconstructed Devonian Conodont Apparatuses. *Geologica et Palaeontologica*, **SB-1**, 97–114.
- and ZIEGLER, W. 1979. Devonian conodont biostratigraphy. *Special Papers in Palaeontology*, **23**, 199–224.
- FEIST, R. and HOUSE, M. R. 1988. Decision on the boundary stratotype for the Middle/Upper Devonian Series Boundary. *Episodes*, **10**, 97–101.
- KREBS, W. and ZIEGLER, W. 1966. Über die Mitteldeven/Oberdevon-Grenze in der Riffazies bei Aachen. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, **9**, 731–754 [date of imprint, 1965].
- KUZMIN, A. V. 1995. Lower Boundary of the Frasnian Stage in the Russian Platform. *Stratigraphica Geologica Korrelyatsiya*, **3**, 111–120. [In Russian].
- LANE, H. R., MÜLLER, K. J. and ZIEGLER, W. 1979. Devonian and Carboniferous conodonts from the Perak Malaysia. *Geologica et Palaeontologica*, **13**, 213–226.
- LAZREQ, N. 1999. Biostratigraphie des conodontes du Givétien au Famennien du Maroc central – Biofaciès et événement Kellwasser. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **214**, 1–111.
- LIAO, J.-C. and VALENZUELA-RIOS, J. I. 2008. Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte section (Middle–Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees). *Geological Quarterly*, **52**, 1–18.
- and RODRÍGUEZ, S. 2001. Descripción de los conodontos del Givetiense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses). *Coloquios de Paleontología*, **52**, 13–45.
- KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J. I. and SCHINDLER, E. 2008. Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian – Lower Frasnian; Aragonian Pyrenees, N. Spain). *Bulletin of Geosciences*, **83**, 481–490.
- MEY, P. H. W. 1967. Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Paleozoic. 1157–1166. In OSWALD, D. H. (ed.). *International Symposium on the Devonian System, Calgary 1967*. Alberta Society of Petroleum Geologists, Calgary, 1376 pp.
- MOUND, M. C. 1968. Upper Devonian Conodonts from southern Alberta. *Journal of Paleontology*, **42**, 444–524.
- MÜLLER, K. J. and MÜLLER, E. M. 1957. Early Upper Devonian (Independence) Conodonts from Iowa. *Journal of Paleontology*, **31**, 1069–1108.
- MURPHY, M. A., VALENZUELA-RÍOS, J. I. and CARLS, P. 2004. On Classification of Pridoli (Late Silurian)-Lochkovian (Early Devonian) Spathognathodontidae (Conodonts). *University of California, Riverside, Campus Museum Contribution*, **6**, 1–25.
- NARKIEWICZ, K. and BULTYNCK, P. 2010. The Upper Givetian (Middle Devonian) *subterminus* conodont Zone in North America, Europe and North Africa. *Journal of Paleontology*, **84**, 588–625.
- and NARKIEWICZ, M. 2008. The mid-Frasnian subsidence pulse in the Lublin Basin (SE Poland): sedimentary record, conodont biostratigraphy and regional significance. *Acta Geologica Polonica*, **58**, 287–301.
- NORRIS, A. W., UYENO, T. T., SARTENAER, P. and TELFORD, P. G. 1992. Brachiopod and conodont faunas from the Uppermost Williams Island Formation and Lower Long Rapids Formation (Middle, and Upper Devonian), Moose River Basin, Northern Ontario. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **434**, 1–132.
- ORR, W. 1964. Conodonts from the Devonian Lingle and Alto Formations of southern Illinois. *Illinois State Geological Survey*, **361**, 1–28.

- OVER, D. J., HOPKINS, T. H., BRILL, A. and SPAZIANI, A. L. 2003. Age of the Middlesex Shale (Upper Devonian, Frasnian) in New York State. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **242**, 217–223.
- OVNATANOVA, N. S. and KONONOVA, L. I. 2001. Conodonts and Upper Devonian (Frasnian) Biostratigraphy of Central Regions of Russian Platform. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **233**, 1–114.
- 2008. Frasnian Conodont from the Eastern Russian Platform. *Paleontological Journal*, **42**, 997–1166.
- PISARZOWSKA, A., SOBSTEL, M. and RACKI, G. 2006. Conodont based Event Stratigraphy of the Early–Middle Frasnian Transition on the South Polish Carbonate Shelf. *Acta Palaeontologica Polonica*, **51**, 609–646.
- POLLOCK, C. A. 1968. Lower Upper Devonian conodonts from Alberta, Canada. *Journal of Paleontology*, **42**, 415–443.
- RACKI, G. and BULTYNCK, P. 1993. Conodont biostratigraphy of the Middle to Upper Devonian boundary beds in the Kielce area of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, **43**, 1–25.
- RAVEN, J. G. 1983. Conodont Biostratigraphy and depositional history of the Middle Devonian to Lower Carboniferous in the Cantabrian Zone (Cantabrian Mountains, Spain). Unpublished PhD thesis. University of Leiden, 339 pp.
- ROGERS, F. S. 1998. Conodont biostratigraphy of the Little Cedar and Lower Coralville Formations of the Cedar Valley Group (Middle Devonian) of Iowa and significance of a new species of *Polygnathus*. *Journal of Paleontology*, **72**, 726–737.
- SANDBERG, C. A., ZIEGLER, W. and BULTYNCK, P. 1989. New standard conodont zones and early *Ancyrodella* phylogeny across Middle-Devonian boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **110**, 195–230.
- SANZ LÓPEZ, J. 1995. Estratigrafía y bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico Superior-Carbonífero Inferior del Pirineos Oriental y Central. Unpublished PhD thesis. Universitat de Barcelona. 514 pp.
- 2004. Silúrico, Devónico y carbonífero pre- y sin-varisco de los Pirineos. 250–254. In VERA, V. (ed.). *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 884 pp.
- SEDDON, G. 1970. Pre-Chappel Conodonts of the Llano Region, Texas. Bureau of Economic Geology. *The University of Texas, Austin; Report of Investigations*, **68**, 1–113.
- SHEN, J. W. 1995. Middle–Upper Devonian Conodont succession and sea-level change in Guilin. *Acta Micropaleontologica Sinica*, **12**, 251–273. [In Chinese with English summary].
- SPARLING, D. R. 1995. Conodonts from the Middle Devonian Plum Brook Shale of North-Central Ohio. *Journal of Paleontology*, **69**, 1123–1139.
- ULRICH, E. O. and BASSLER, R. S. 1926. A classification of the toothlike fossils, conodonts with descriptions of American Devonian and Mississippian species. *Proceedings of the United States Natural Museum*, **68**, 1–63.
- UYENO, T. T. 1991. Pre-Famennian Devonian conodont biostratigraphy of selected intervals in the eastern Canadian Cordillera. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **417**, 129–161.
- and WENDTE, J. 2005. Conodont Biostratigraphy and Physical Stratigraphy in two wells of the Beaverhill Lake Group, Upper Middle to Lower Upper Devonian. *American Paleontology, Bulletin*, **369**, 151–171.
- VALENZUELA-RÍOS, J. I. and LIAO, J.-C. 2006. Annotations to Devonian Correlation Table, R 357–360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. *Senckenbergiana lethaea*, **86**, 105–107.
- and SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Pyrenees. 86–89. In GIBBONS, W. and MORENO, T. (eds). *The Geology of Spain*. Geological Society. London, 649 pp.
- VANDELAER, E., VANDORMAEL, C. and BULTYNCK, P. 1989. Biofacies and Refinement of Conodont Succession in the Lower Frasnian (Upper Devonian) of the Type Area (Frasnes-Nismes, Belgium). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **117**, 321–352.
- WANG, C. Y. 1994. Application of the Frasnian Standard Conodont Zonation in South China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **168**, 83–130.
- WEDDIGE, K. 1977. Die Conodonten der Eifel Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. *Senckenbergiana Lethaea*, **58**, 271–419.
- WENNEKERS, J. H. N. 1968. The Geology of the Esera Valley and the Lys-Caillauas massif, Central Pyrenees. Sheet 7, 1:50.000. Unpublished PhD thesis. University of Leiden, 46 pp.
- WIRTH, M. 1967. Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (Wespyrenäen) mit Hilfe von Conodonten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **127**, 179–244.
- WITTEKINDT, H. 1966. Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, **9**, 621–646 [date of imprint, 1965].
- YATSKOV, S. V. and KUZMIN, A. 1992. Comparison of Ammonoid and Conodont Assemblages in Lower Frasnian Strata of South Timan. *Bulletin of Moscow Natural Sciences, Section Geology*, **67**, 85–90. [In Russian].
- YOUNGQUIST, W. L. 1947. A new upper Devonian conodont fauna from Iowa. *Journal of Paleontology*, **21**, 95–112.
- ZHURAVLEV, A., EVDOKIMOVA, I. and SOKIRAN, E. 1997. New data on conodonts, brachiopods, and ostracodes from the stratotypes of the Ilmen and Buregi Beds (Frasnian, main Devonian Field). *Proceedings of the Estonian Academy of Geological Sciences*, **46**, 169–186.
- ZIEGLER, W. 1958. Ein Devon-Karbonprofil westlich von Marburg/Lahn. *Stratigraphie und Tektonik. Notizblatt des hessischen Landes-Amt und Bodenforschung*, **86**, 119–132.
- 1966. Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, **9**, 647–676 [date of imprint, 1965].
- 1971. Conodont stratigraphy of European Devonian. *Geological Society of America, Memoir*, **127**, 227–284.
- (ed.) 1973. *Catalogue of Conodonts*. I. E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 504 pp.

- and KLAPPER, G. 1982. The *disparilis* conodont Zone, the proposed level for the Middle–Upper Devonian boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **55**, 463–492.
- and WANG, C. Y. 1985. Sihongshan section, a regional reference section for the Lower–Middle and Middle–Upper Devonian Boundaries in East Asia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **75**, 17–38.
- KLAPPER, G. and JOHNSON, J. G. 1976. Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (Conodonts, Middle-? Upper Devonian in Europe and North America. *Geologica et Palaeontologica*, **10**, 109–140.
- — — — 2000. Devonian Polygnathids from the Frasnian of the Rheinisches Schiefergebirge, Germany, and the Russian Platform. *Senckenbergiana lethaea*, **80**, 593–645.
- ZWART, H. J. 1979. The Geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen*, **50**, 1–74.

VALENZUELA-RÍOS & LIAO 2012

PALAEOGEOGRAPHY,

PALAEOCLIMATOLOGY, PALAEOECOLOGY



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/palaeoColor/facies changes and Global Events, a hoax? A case study from the Lochkovian (Lower Devonian) in the Spanish Central Pyrenees[☆]José I. Valenzuela-Ríos^{*}, Jau-Chyn Liao

Department of Geology, University of Valencia; c/Dr. Moliner 50; E-46100 Burjassot, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 March 2011

Received in revised form 9 August 2011

Accepted 13 September 2011

Available online xxx

Keywords:

Global Events

Color change

Lochkovian

Spanish Pyrenees

Conodonts

ABSTRACT

Five Pyrenean Lochkovian sections are studied aiming at the recognition of the influence of facies changes in Biotic Global Events. The wealthy conodont record permits precise age control of strata in the different sections, and high-precision correlations, both regional and intercontinental; it also permits identification of major Global Biotic Events for this group of fossils. The comparison of the bio- and chronostratigraphic framework with the different Facies identified in the Pyrenean rocks shows that contrasting color (and facies) changes are not synchronous in the studied sections and that the major Biotic Events are not directly related to relevant facies shifts. These results question the opinion of direct tie relations between strong color changes and Global Events in the Lower Devonian, and reinforce the value of palaeontological tools for Global studies and correlations.

© 2011 Published by Elsevier B.V.

1. Introduction

Walliser (1984) coined the term Time Specific Facies (TSF) as “very specific facies that correspond to very specific facies features that characterize distinct times of the earth history” and pointed out that TSF “may be verified only in a certain palaeogeographic position”. The concept was slightly expanded (Walliser, 1996) to connect facies changes with Global Bio-Events, especially for those changes caused by sea-level changes, and by fluctuation of oxygen content of the water mass. These changes can be reflected in the sediments by contrasting colors, different litho- and biofacies features...etc.

It is believed that most of the Global Bio-Events are linked to Litho-Events, as, for instance, strong facies changes (Walliser in Barnes et al., 1996). However, only some of the five major Lower Devonian Global Events (Silurian/Devonian (S/D) Boundary Event, Lochkovian/Pragian (L/P) Boundary Event, Basal Zlichov Event, Daleje Event, Emsian/Eifelian Boundary Event) are linked to marked color and facies changes (Walliser, 1996).

The term “Specific Facies” has largely been used in Historical Geology for a long time maybe without knowing the proposed term TSF. An example is the change of color used for tracing the L/P boundary in the Prague Basin; or, the S/D boundary in the Pyrenees. There the black carbonaceous shale interbedded with black orthoceratid limestone, often containing scyphocrinoids, are considered to be Upper Silurian. Thus, the S/D boundary is traced at the lithofacial change (also reinforced by

a color turnover) from this facies to the overlying bedded limestone with mm-cm intercalation of marls and shale (de Villalta and Rosell Sanuy, 1969).

The continuous use of (litho)facies characteristics to globally date rocks and even “global events” without taking into account the palaeontological content, has prompted us to start a study of the litho- and biofacies changes that happened in an area that has no strong differences in the palaeogeographic position and that is well characterized biostratigraphically, so that we have on hand a very detailed and precise geological clock to date the rocks. The assumed precision for some intervals is of several hundreds of thousands of years. Initially, we wanted to characterize the effect of a marked color change around the S/D Boundary on the biota in selected sections of the Spanish Pyrenees, but while analysing this situation, we realised that several Global Biotic Events were involved in a short time-span and, thus, we decided to include them in this general analysis connecting lithological (color and texture) and biological events in several sections that belong to the same palaeogeographical unit.

Therefore, the main goal of this report is to analyse the connection between facies changes and biotic events in a good age-controlled set of five Lochkovian sections from the Spanish Central Pyrenees. Additionally, by checking the potential use of such abiotic changes in global correlations, we test their synchronicity in these Pyrenean sections.

2. Materials and methods

Five Lochkovian sections belonging to the Compte Subfacies Area of the Spanish Central Pyrenees (Mey, 1967a,b; Habermehl, 1970; Zwart, 1979; Valenzuela-Ríos, 1994a; Valenzuela-Ríos and Liao, 2006) have been studied in detail. These sections are currently

[☆] Dedicated to the memory of Prof. Dr. Otto H. Walliser.^{*} Corresponding author.E-mail addresses: jose.i.valenzuela@uv.es (J.I. Valenzuela-Ríos), jau.liao@uv.es (J.-C. Liao).

separated by less than 40 km along strike (Fig. 1) and exhibit some lithological differences that will be commented below, in subchapter 3.2.

Two sections, Gerri 1.1 and Gerri 1.2 (de Villalta and Rosell Sanuy, 1969; Valenzuela-Ríos, 1990, 1994a,b; Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997; Valenzuela-Ríos and García-López, 1998), which are separated by a fault, crop out on the west hill of the Noguera Pallaresa River, about 5 km south of Gerri de la Sal (Fig. 1). Section Compte-I is exposed on the western bank of the Noguera Pallaresa River (Ziegler, 1959; Valenzuela-Ríos et al., 2005). Section Baen crops out north of the village of Baen along an unnamed small creek (Boersma, 1973; Valenzuela-Ríos, 1996). Section Segre 1 is exposed along the former National road connecting La Seu d'Urgel with Puigcerda on the north bank of the Segre River (Valenzuela-Ríos, 1994a,b, 2002; Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997; Valenzuela-Ríos and García-López, 1998; Murphy and Valenzuela-Ríos, 1999).

All these Lochkovian sections have been sampled in detail (mainly bed by bed) for the most exhaustive Lochkovian conodont biostratigraphic control in pelagic facies in Europe, comparable to similar studies in Central Nevada (USA). In fact, the robust biostratigraphic Pyrenean frame-work permits the first intercontinental correlation between Pyrenean and Nevadan sections and has prompted Valenzuela-Ríos (1994b), Valenzuela-Ríos and Murphy (1997) and Murphy and Valenzuela-Ríos (1999) to propose a new Lochkovian conodont zonation and to informally subdivide the Lochkovian into three parts (lower, middle and upper). This three-fold partition is further subdivided in many conodont zones that are also identified and correlated in northern Spain and western USA. In brief, the fine biostratigraphical framework in the Pyrenees provides a sound basis for further studies.

The new conodont biostratigraphical analysis carried out in this report has revealed the happening of major bio-events (mainly innovation, radiation and extinction events) that are isochronous and globally traceable; therefore they can be considered as Global. They concern the radiation of the genus *Icriodus* in the lower Lochkovian, the innovation, radiation and extinction of the genera *Lanea* and *Flajsella* in the middle Lochkovian, the radiation and extinction of the genus

Ancyrodelloides in the middle Lochkovian and the radiation of the genus *Pedavis* in the upper Lochkovian.

As one relevant aspect of this paper is trying to tie the Global Bio-Events to major facies changes, color changes in particular, and test isochroneity, the analysis of the sedimentary record is mandatory. In this work, we also describe four main facies by combining microfacies studies and field observations, accurately date them by means of conodonts and, finally, establish a time-rock frame for all these facies in the Pyrenees. This frame is further compared to the prevailing Lochkovian Global Bio-Events described herein.

3. Lochkovian bio and lithostratigraphy from the Spanish Central Pyrenees

3.1. Biostratigraphical framework

The combination of the five selected Pyrenean sections comprises an interval from close to the S/D Boundary to the L/P Boundary. We follow the three-fold Lochkovian Stage subdivision (lower, middle and upper) proposed by Valenzuela-Ríos and Murphy (1997). Further splitting is based on the finer conodont zonation as exposed in several papers (Valenzuela-Ríos, 1994a,b; Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997; Murphy and Valenzuela-Ríos, 1999).

Rocks around the S/D Boundary can be analysed in two sections: Gerri 1.1 and Compte-I; the lower-middle Lochkovian Boundary and the subdivision of the middle Lochkovian can be analysed in all sections. The upper Lochkovian subdivision is recognized in four sections (Gerri 1.1; Gerri 1.2; Segre 1 and Compte-I), but the L/P boundary can only be approximated in the latter two sections.

3.1.1. S/D Boundary and lower Lochkovian

The S/D Boundary coincides with one of the minor Global Events and the faunal changes permits its classification as a fifth order Bio-Event (Walliser, 1985). According to House (2002) the S/D Boundary Event cannot be sedimentologically characterized. However, Walliser (1996) recognized a sea-level rise in several sections from the Barrandian, the Carnic Alps, Sardinia and the Moroccan Meseta; all of them belonging

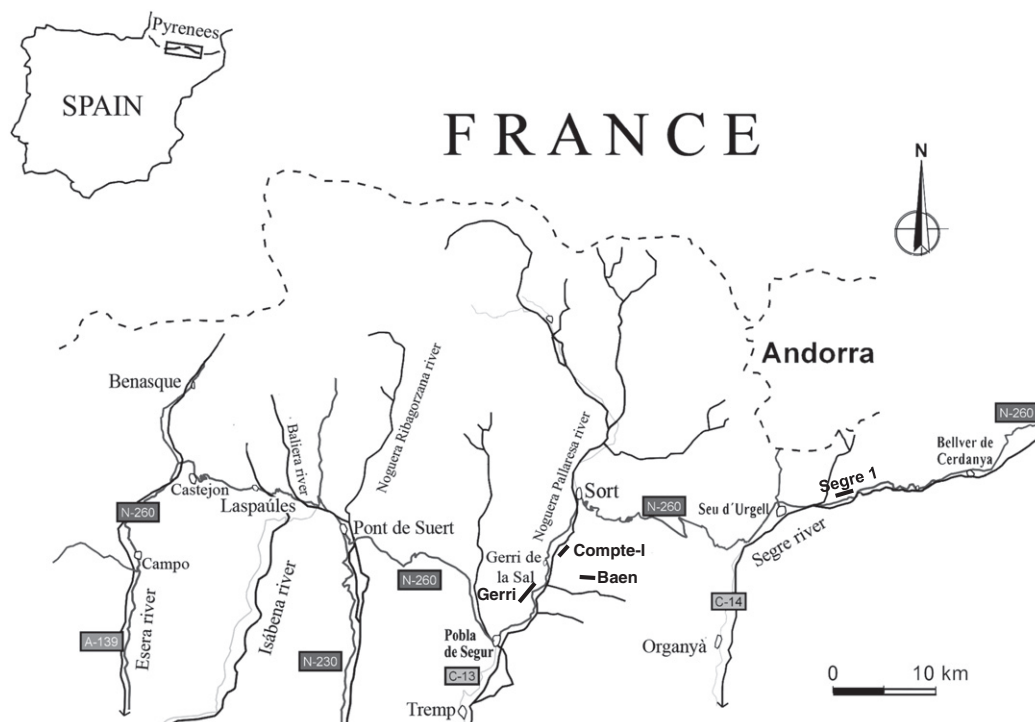


Fig. 1. Geographical setting of the Spanish Pyrenean sections. Gerri includes the two sections Gerri 1.1 and Gerri 1.2.

to an ample area of “Bohemian facies”. Moreover, Walliser (1996) also recognized this transgressive trend in other facies, as those represented in sections of the Rhenohercynian and Saxothuringian Zones of the European Variscides and in Podolia. This transgressive trend around the S/D Boundary is also documented in Australia and SW Siberia (Talent and Yolkina, 1987) and in South China (West Yunnan, Jahnke and Shi, 1989).

Another characteristic of the interval around the S/D Boundary is the occurrence of two blooming events within Scyphocrinitidae that have been recognized in Northwestern Africa, Spain, Germany, Bohemia, Podolia and Yunnan (see Jahnke and Shi, 1989).

In the Gerri 1.1 section, the S/D Boundary is located close below Bed 1 (Valenzuela-Ríos, 1990, 1994a) (Fig. 2). In this Bed relevant conodonts as *Icriodus woschmidtii* are found together with bulb-

shaped Scyphocrinitinae roots (loboliths). In section Compte-I, Bed 2 also yielded *I. woschmidtii*, indicating a level above the S/D Boundary (Valenzuela-Ríos et al., 2005). In both sections, *I. transiens*, the possible descendant of *I. woschmidtii*, is recorded several beds above the latter (Valenzuela-Ríos, 1990, 1994a; Valenzuela-Ríos et al., 2005). Also in both sections, taxa of the *I. angustoides* group (*I. ang. bidentatus* and *I. ang. angustoides*), interpreted as an off-shoot of the *I. woschmidtii* group (Carls and Gandl, 1969; Carls, 1975), are registered at the upper range of *I. transiens*. This joint occurrence is also observed in Baen. Another relevant taxon is *Ancyrodelloides carlsi*. It enters in the upper part of the range of *I. transiens* and co-occurs with the *I. angustoides* group. This record, which is of enormous correlation potential, both in the neritic and pelagic facies, is jointly recorded with icriodids in sections Ge 1.1, Baen and Segre 1 (Valenzuela-Ríos, 1990, 1994a, 2002). In section

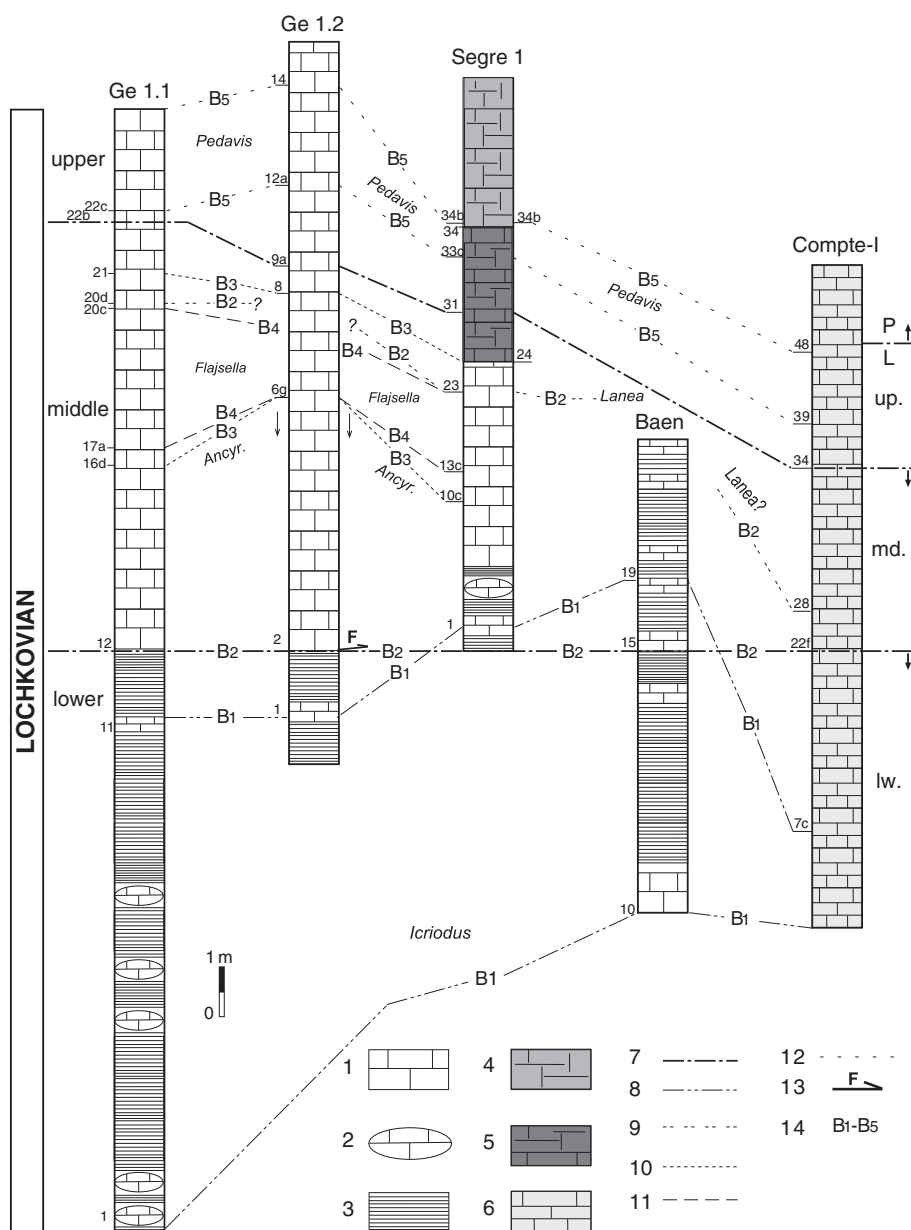


Fig. 2. Diagram showing the setting of the distinct facies and the main Bio-Events in the Lochkovian of the Spanish Central Pyrenees. 1. Limestone of Facies 1 and 2; 2. Nodular limestone of Facies 1; 3. Shale/marl of Facies 1; 4. Limestone of Facies 3; 5. Transitional limestone Facies 2–3 at Segre; 6. platy limestone of Facies 4; 7. Chronostratigraphical boundaries; 8. Development of Bio-Event 1, *Icriodus* radiation; 9. Boundaries of Bio-Event 2, innovation, radiation and extinction of *Lanea*; the lower boundary, by definition, coincides with the lower/middle Lochkovian boundary; 10. Limits of Bio-Event 3, radiation and extinction of *Ancyrodelloides*. Its entry in Ge 1.2 is delayed; 11. Boundaries of Bio-Event 4, innovation, radiation and extinction of *Flajsella*; 12. Extension of Bio-Event 5, radiation of *Pedavis*. 13. Fault; 14. B1–B5 lower and upper boundaries of the five major Global Bio-Events described in this paper. L: Lochkovian; P: Pragian; Ancy: *Ancyrodelloides*; lower, middle, upper refers to the informal three-fold subdivision of the Lochkovian after Valenzuela-Ríos and Murphy (1997). Ge 1.1: section Gerri 1.1; Ge 1.2: section Gerri 1.2.

Compte-I, appears several beds above the lowest records of *I. ang. bidentatus* and *I. ang. angustoides* (Valenzuela-Ríos et al., 2005).

In brief, the lower Lochkovian in the Spanish Pyrenees can be recognized and studied in detail in several sections and it is paleontologically characterized by a radiation of “Ibero-Armorican endemic” icriodids followed by the entry of *A. carlsi*, a more cosmopolitan taxon, representing the oldest taxon of the genus. This combination of endemic and cosmopolitan conodonts permits accurate direct correlations with both, shallow water (neritic) and deeper water (pelagic) Devonian main facies of Europe and northern Morocco.

3.1.2. Lower/middle Lochkovian Boundary and middle Lochkovian

According to Valenzuela-Ríos and Murphy (1997), expanded in Murphy and Valenzuela-Ríos (1999), this Boundary is marked by the entry of *Lanea omoalpha*. The lowest record of this taxon is registered in Gerri 1.1 (Bed 12), Gerri 1.2 (Bed 2), Baen (Bed 15), Segre 1 (Bed 1) and Compte-I (Bed 22f) (Fig. 2). In the last two sections its first occurrence is delayed as it is found together with its descendant *Lanea eoeleanorae*. The middle Lochkovian is further subdivided by the entries of worldwide distributed relevant conodont taxa, permitting accurate intercontinental correlations within the interval. Valenzuela-Ríos and Murphy (1997) and Murphy and Valenzuela-Ríos (1999) proposed four main subdivisions defined in chronological order from old to young by the entries of the following key taxa: *A. transitans*, *L. eleanorae*, *A. trigonicus* and *Masaraella pandora* beta.

The entry of *A. transitans*, considered an innovation Global Event, is well established in sections Gerri 1.1 (Bed 16d), Segre 1 (Bed 10c) and Compte-I (Bed 28); in Gerri 1.2 its lowest record in Bed 6g represents a delayed entry. Section Baen has not yet yielded any representatives of *Ancyrodelloides*, except for the oldest *A. carlsi*.

The entry of *L. eleanorae* can be established in the sections Segre 1 (Bed 6) and Compte-I (Bed 25). The absence in other Pyrenean sections precludes definitive identification of this boundary, but the wealthy conodont sequence permits, however, an accurate correlation of these sections, and a projection of where the first entry of this taxon would be located in each section. It should occur between the entries of *L. eoeleanorae* and *A. transitans*.

The entry of *A. trigonicus* is precisely located in sections Gerri 1.1 (Bed 17e), Gerri 1.2 (Bed 6g) and Segre 1 (Bed 14a). It is remarkably absent in sections Compte-I and Baen. An explanation for this can be the still incomplete sampling of the part corresponding to the *trigonicus* interval in section Compte-I and the possible ending of section Baen before the appearance of *A. trigonicus*. The entry of this taxon represents a short global radiation Event (restricted to part of the middle Lochkovian) recognized in many European and Northamerican sections, and to some extent, also in south Australia. This radiation is represented by the successive entries and occurrences of five cosmopolitan taxa (*A. trigonicus*, *A. kutscheri*, *A. cruzae*, *A. murphyi* and *A. asymmetricus*) in a very short interval, and of three more endemic taxa, one in Spain (*A. sequeirosi*), another in Australia (*A. orcula*) and a third one in Oklahoma (*A. secus*). The Spanish Central Pyrenees is one of the areas with the best expression of this radiation, comprising all five cosmopolitan taxa.

A rather uncommon component of middle Lochkovian faunas is the genus *Flajsella* (Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997). Its very distinctive Pa element allows its species to serve as excellent indexes. This genus represents an Innovation Global Event that took place between the entries of *A. transitans* and *A. trigonicus* and a Radiation Event short after, within the *trigonicus-pandora* beta Zone.

3.1.3. Middle/upper Lochkovian Boundary and upper Lochkovian

According to Valenzuela-Ríos and Murphy (1997) this Boundary is traced with the entry of *Masaraella pandora* beta. The lowest record of this taxon is recorded in Gerri 1.1 (Bed 22b), Gerri 1.2 (Bed 9a), Segre 1 (Bed 31) and Compte-I (Bed 34); in the last section its occurrence is delayed as it is found together with its descendant *M. pandora* gamma. The upper Lochkovian is further subdivided by the entry of

one member of the *Pedavis* radiation, *P. gilberti*, which is amply distributed and permits, therefore, accurate intercontinental correlations within the interval.

The entry of *P. gilberti* is identified in the four Pyrenean sections that have upper Lochkovian strata: Gerri 1.1 (Bed 25a); Gerri 1.2 (Bed 12c); Segre 1 (Bed 33d2) and Compte-I (Bed 39). In the three former sections, its ancestor, *P. robertoi*, precedes the entry of *P. gilberti*.

Due to tectonics the Lochkovian/Pragian Boundary cannot be recognized in the Gerri 1.1, Gerri 1.2 and Segre 1 sections (Valenzuela-Ríos, 1994b). In Compte-I the Pragian strata are continuous with Lochkovian, but lack of the index taxon precludes definitive identification. However, the combination of conodont and fish scales permits the location of the boundary in a very narrow interval between Beds 49 and 56 (Valenzuela-Ríos et al., 2005).

3.2. Lithostratigraphical framework

Once the biostratigraphical constraints have been settled, it is possible to examine the lithological aspects of the rocks in the different sections, identify color changes that are relevant, and characterize the different lithofacies in each section. Afterwards a precise age correlation in establishing a time-rock model for the Pyrenean Lochkovian is possible (Fig. 2).

In characterizing the main lithofacies (Figs. 2–7) we pay special attention to the lithological and biological aspects of the strata. To improve the characterization of Facies, also selected samples have been studied for a preliminary microfacies analysis.

In the whole, we can recognize four major Facies; one of this four can be further subdivided in two minor slightly different lithological units. We name this main Facies in an informal way from Facies 1 to Facies 4. Below we describe the main characteristics and try to correlate them with the previously established biostratigraphic framework.

3.2.1. Facies 1

Facies 1 consists of dominant black carbonaceous shales, slates and some marls in which thin black, fossiliferous, sometimes nodular, limestone beds are intercalated near the top; it corresponds to the typical “Upper Silurian facies” in the Pyrenees (Figs. 3A–C, F, 4A, B). As a matter of fact, it has been considered as a TSF by many authors (Mey, 1967b, 1968; de Villalta and Rosell Sanuy, 1969; Hartevelt, 1970; Zwart, 1979). This facies is exposed in four sections; however, the thickness of this facies cannot be exactly measured, because it represents the lower part of most sections, and the base of the section likely does not correspond to the start of the facies. Therefore, the measured thickness is the minimum cropping out in the respective sections. In Gerri 1.1 it measures about 12 m from the basal Bed to the shales overlain Bed 11; in Gerri 1.2 only 2.3 m, which correspond to Bed 1, are exposed; in Segre 1, Beds 1 and 2 slightly measure less than 2 m and in Baen the Facies spans the whole section with a thickness greater than 9 m (Fig. 2).

The characteristic lithofacies of the limestone beds varies from Crinoidal Limestone to Cephalopod Limestone. Both types of limestones are bioclastic packstones.

Crinoidal Limestone (Fig. 3D) is observed in the Scyphocrinitids Bed (Gerri 1.1); the dominant bioclasts are crinoids fragments, and thin shell ostracods; other bioclasts are fragments of brachiopods, bivalves and orthoconic cephalopods. Where ostracods are predominant, the micrite matrix is the dominant non-skeletal component, while in parts of crinoids-ruling, the syntaxial cement prevails. The frequency grain-size distribution is coarse bimodal indicating that the sorting was only moderate in a continuous flow.

Cephalopod Limestone is characterized by orthoconic nautiloids and is mostly represented by packstone of cephalopods (Figs. 3E, G, 4C). Crinoids and thin-shelled ostracods are abundant around the cephalopods. Most fragments are rounded to sub-rounded and exhibit a moderate sorting. The grain-size distribution is also coarse

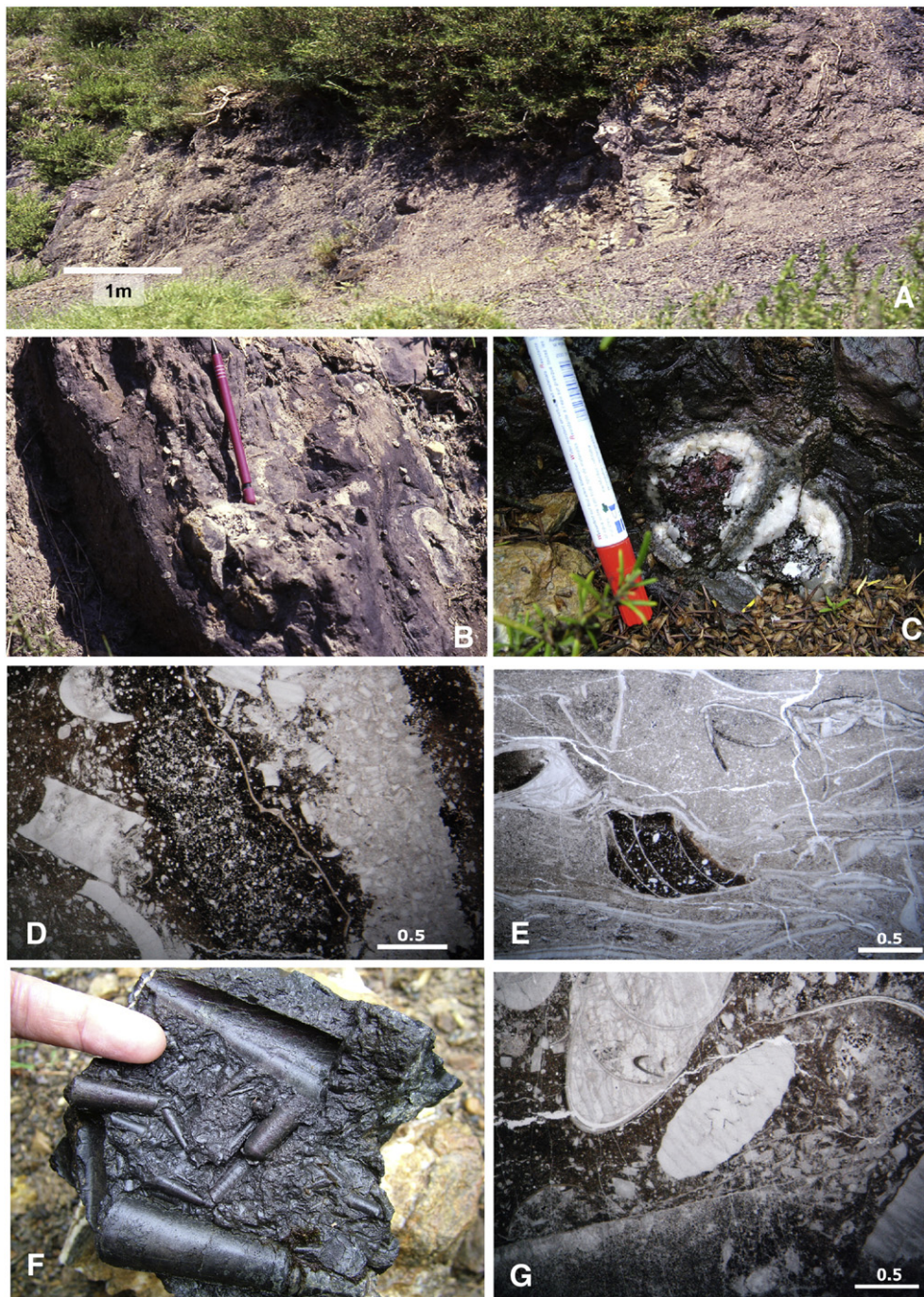


Fig. 3. A. General aspect of Facies 1 at Gerri 1.1 Section; B. detail of the basal bed (1) at Gerri 1.1 Section; C. Field aspect of lobololiths at the section Gerri 1.1, Bed 1; D. Bioclastic packstone, Bed 1, Gerri 1.1 Section; E. Bioclastic wackestone, Bed 10a, section Gerri 1.1; F. Dominant macrofauna (orthoconic nautiloids) on shales of Facies 1; Bed 1, section Gerri 1.2.; G. Orthoconic packstone Bed 1, section Gerri 1.2.

bimodal. Micrite matrix is present within big cephalopods and syntaxial cement within crinoids. In a sample from the upper part of this Facies (Gerri 1.1 Bed 10a; Fig. 3E) ostracods are the common infilling of cephalopods, while the crinoids are the common bioclasts between the cephalopods. This sample also shows a high degree of fragmentation; most of these fragments are embedded in a micrite matrix, suggesting a long mass-transport. The grain-size distribution is also bimodal.

In Baen, some samples show a slight variation, both textural and compositional. Carbonate rocks are Bioclastic Packstone (Fig. 4C) to Grainstone and the dominant bioclasts are orthoconic nautiloids and ostracods, with bivalves as the subordinate bioclasts. Micrite appears

within the clasts and spar cement between them. The size-grain frequency distribution is bimodal and the bioclasts are well rounded, suggesting a large transport.

Individual limestone beds are often nodular to lenticular from 5 to 30 cm thick; in the upper part more continuous beds with wavy surfaces are common.

The conodont content indicates that the time span of Facies 1 varies from section to section. In Gerri 1.1, it lasted up to a level below the *omoalpha-transitans* conodont Zone, i. e., the lower/middle Lochkovian boundary. In Segre it lasted to a level within the *omoalpha-transitans* Zone, i.e., within the middle Lochkovian. In Baen, it persisted during part of middle Lochkovian (Fig. 2).

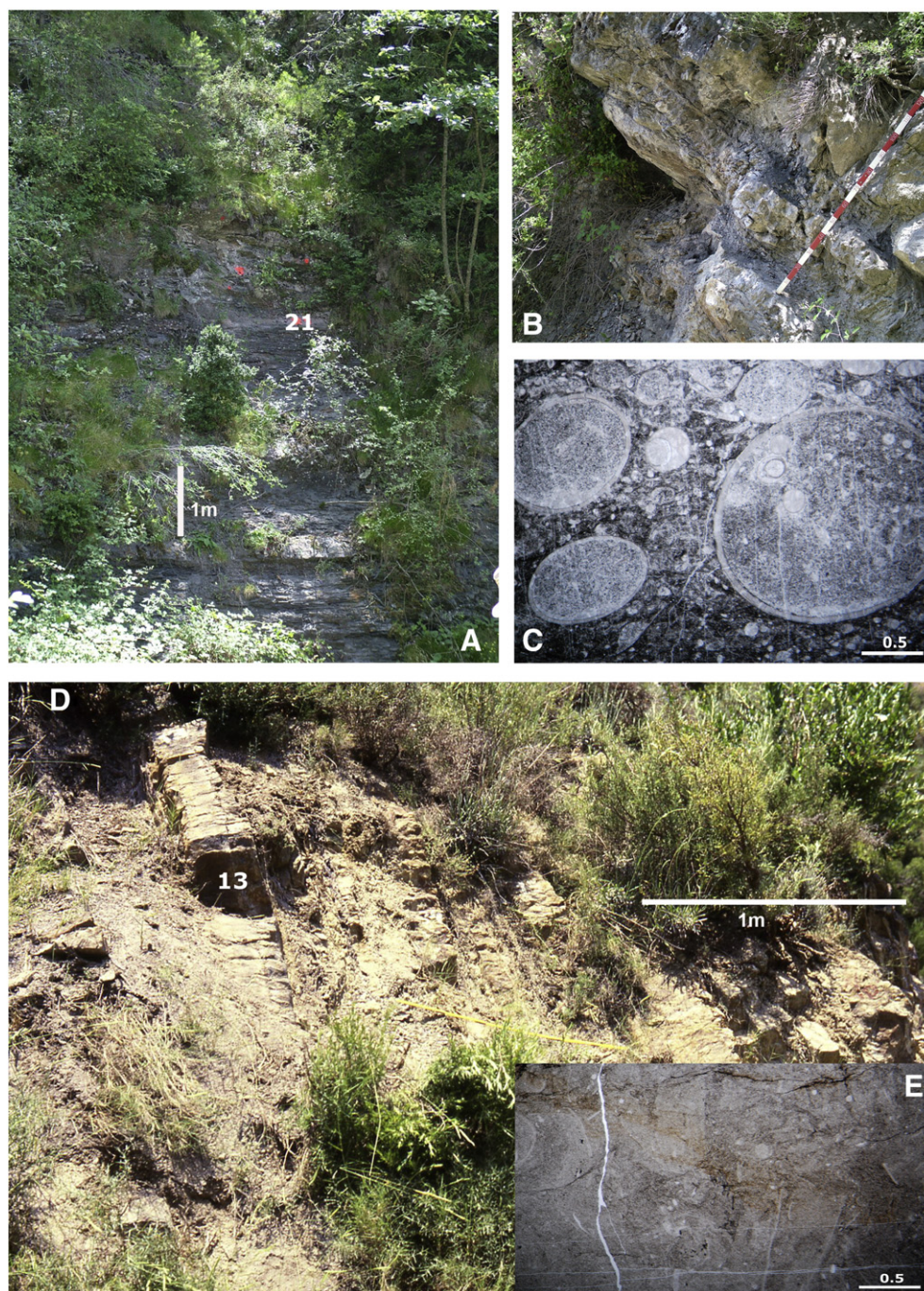


Fig. 4. A. Aspect of Facies 1 at the Baen Section; the exposed part corresponds to the upper half of the section (Beds 15–27), middle Lochkovian; B. Detail of Bed 10 at the section Baen; Facies 1, lower Lochkovian; C. Orthoceratid packstone at Bed 15, section Baen; D. General aspect of the lower part of Facies 2 at the section Gerri 1.1, Beds 12–17; middle Lochkovian; E. Micritic mudstone-wackestone, Bed 13, section Gerri 1.1.

3.2.2. Facies 2

Facies 2 overlies Facies 1 with a sharp lithological contact, remarked by a contrasting rock-surface color (black to orange, compare Figs. 3A, 4A and D, 5A respectively) and distinct petrological composition (see below).

Facies 2 consists of well-bedded grey limestone (6–35 cm thick beds) interbedded with marly shales of variable thickness (2–10 cm), being thicker in the lower part of the Gerri sections (up to, or even greater than, 20 cm); in contrast, the terrigenous interbeds in Segre are thinner than 4 cm (commonly 1–2 cm) (Fig. 6D). Orthoconic nautiloids and crinoids are common in the limestone; while small brachiopods are often found in the shale. Most beds are

tablet-shaped with irregular surfaces; few beds are wedged. Bedding planes are flat to irregular; some of them show post-depositional structures as scars on the surface of the limestone beds that are subsequently filled by terrigenous fine-grain material (lutites and marls). Bioturbation subparallel to the bedding (chondrites-like) is present in some beds. Hard-grounds are a common feature.

This Facies 2 is observed in Gerri 1.1, Gerri 1.2 and Segre 1 (Figs. 4D, 5A, D, 6A, B, D); however, rocks at both Gerri sections exhibit a different superficial aspect that those at Segre. In Gerri the limestone surfaces are beige to orange colored, while at Segre, the color is grey (Fig. 6D). In general the fresh rock is also darker at Segre than at Gerri.

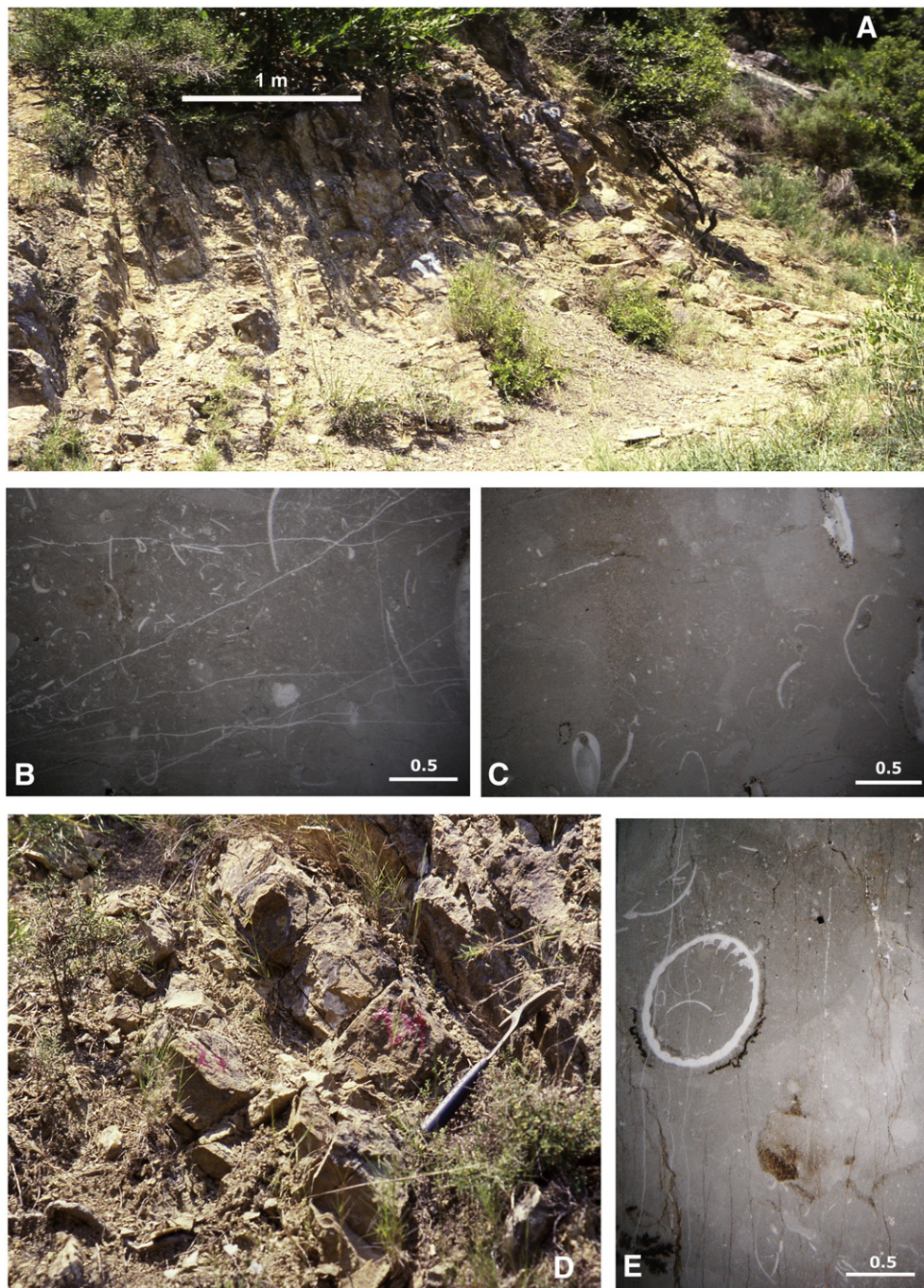


Fig. 5. A. General aspect of Facies 2 at Gerri 1.1 Section, Beds 15–20, upper part of the middle Lockovian. B. Bioclastic wackestone Bed 15b, section Gerri 1.1; C. Bioclastic wackestone Bed 15c, section Gerri 1.1; D. General aspect of the upper part of Facies 2 at the section Gerri 1.1, upper Lochkovian, Beds 22–24 (*Pedavis* Bio-Event); E. Bioclastic wackestone with a rugose coral, Bed 15e, section Gerri 1.1.

Thin sections and microfacies studies indicate that rocks of this Facies are commonly micritic mudstone to wackestone in the lower part of Gerri (up to Bed 15a) and bioclastic wackestone in Gerri 1.1 from Bed 15b upwards (Fig. 5B, C, E), and in Segre (Fig. 6C).

In the lower part of Facies 2 at the Gerri 1.1 Section, the dominant bioclasts are disarticulated bivalves, and ostracods accompanied by a few crinoids and, occasionally, dacryoconarids, orthoconic cephalopod fragments and trilobite remains. Micrite is the main component that together with the good sorting of the fairly preserved clastic components, suggests a relatively quiet, well oxygenated environment of low energy.

Samples above Bed 15a at Gerri 1.1 are bioclastic wackestone, with bivalves and orthoconic nautiloids as the dominant bioclasts; minor components are ostracods, gastropods, dacryoconarids, crinoid

remains and trilobites. Between the bioclasts the cement is micrite, and within them the cement is sparite. In general, the sorting is good and a moderate energy in a quiet and well-oxygenated environment is inferred.

Solitary rugose corals are observed in Bed 15e, section Gerri 1.1, (Fig. 5E). This sample shows a poor bimodal selection, suggesting a lower energetic environment than that considered for the main set of beds described above.

In Segre the main bioclasts are also bivalves and orthoconic nautiloids. Other minority components are brachiopods and sparse corals. All these components show a high degree of fragmentation suggesting a certain degree of energy in a continuous transport. Locally, bioturbation is also common.

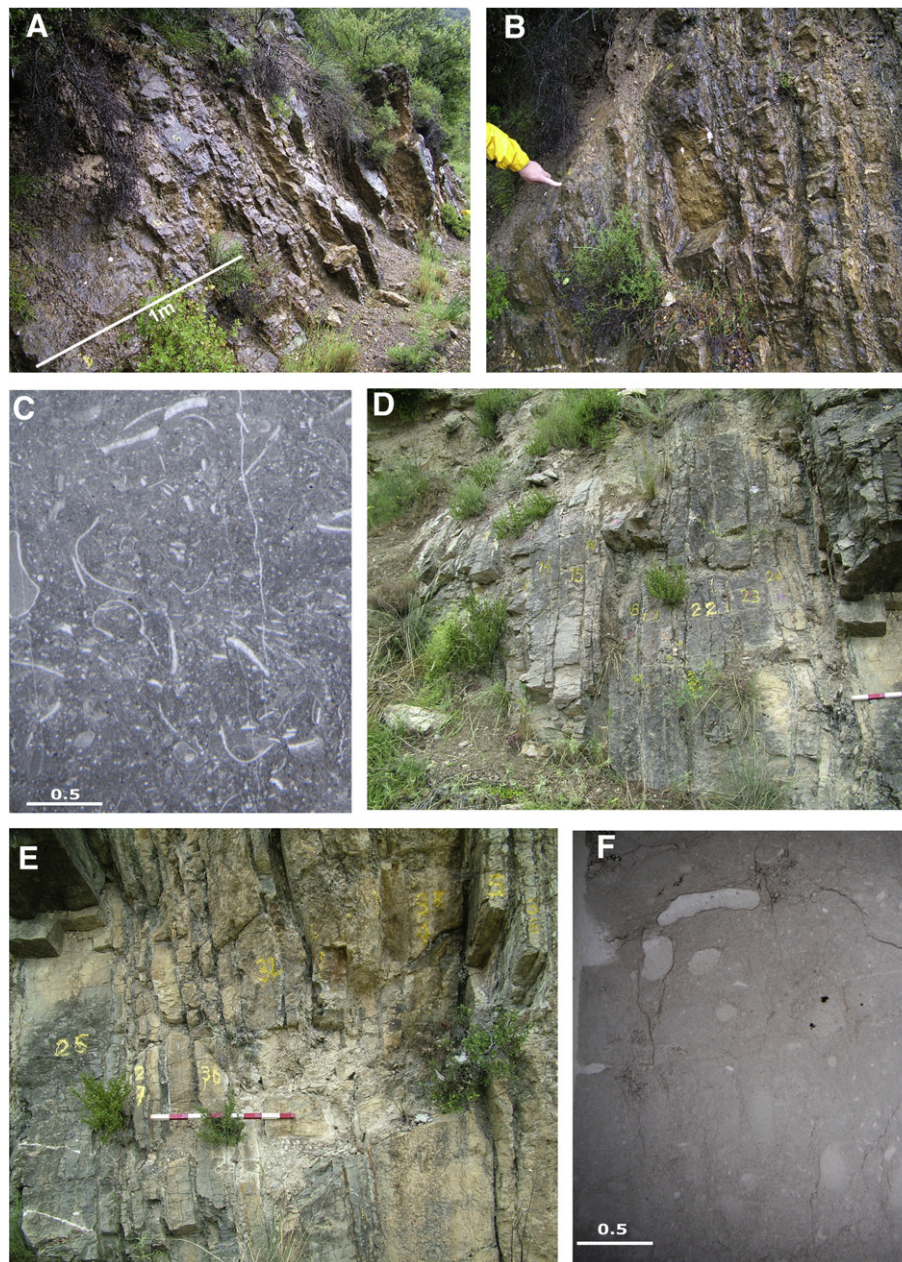


Fig. 6. A. General aspect of Facies 2 at the Gerri 1.2 Section; B. Detail of Beds 4–6 at the Gerri 1.2 Section; C. Bioclastic wackestone, Bed 6, Segre 1 Section; D. General aspect of Facies 2 at the Segre 1 Section (Beds 6–23); E. Field aspect of the transition interval of Facies 2–3 (Beds 24–33) and Facies 3 (from Bed 34) at the Segre 1 Section; F. Micrite wackestone, Bed 33b, section Segre 1. For D and E each color block (white, red) in the scale ruler is 10 cm.

The Microfacies analysis at Segre and Gerri confirms the differences observed in the rock sequences. The main contrasts are: 1) Segre rocks have greater abundance of bioclasts; 2) dominant colors at Segre are grey, whereas at Gerri are beige and, 3) the fabric is dense in Segre. These differences, combined with what was described earlier, suggest a local distinction within Facies 2. However, for the purpose of this work, we prefer to maintain both groups of rocks under the same Facies.

In the Gerri 1.1 and 1.2 sections this Facies comprises the middle and the, exposed, upper Lochkovian (up to a level within the *gilberti-irregularis* Zone) while in the Segre 1 Section it starts later (within the middle Lochkovian *omoalpha-transitans* Zone) and clearly reaches a level within the *trigonicus-pandora* beta Zone (upper part of the middle Lochkovian; Bed 23). Beds 24–33 are transitional to Facies 3 and correspond to an interval from the upper part of middle Lochkovian to a level slightly above the base of the *gilberti-irregularis* Zone, in

the upper Lochkovian (Fig. 2). In these beds the color becomes progressively clearer, but still remains grey (Fig. 6E); the Microfacies is different from preceding rocks (see description below in subchapter 3.2.3.).

3.2.3. Facies 3

Facies 3 is only exposed in the sections Segre 1 and developed within the *gilberti-irregularis* Zone (upper Lochkovian) (Fig. 2).

Facies 3 consists of thick bedded to massive (up to 90 cm thick), nodular, clear colored (light grey to beige) limestone beds with abundant orthoconic nautiloids and common brachiopods, trilobites and crinoid remains (Fig. 7B). Interbedded marly shales range from a few millimetres to 5 cm in thickness, most levels are thinner than 1 cm. The set of transitional beds mentioned above (beds 24–33 in Segre 1) consists of very thin limestone beds (commonly less than 10 cm thick) that wedge out and amalgamate in thicker sets (up to

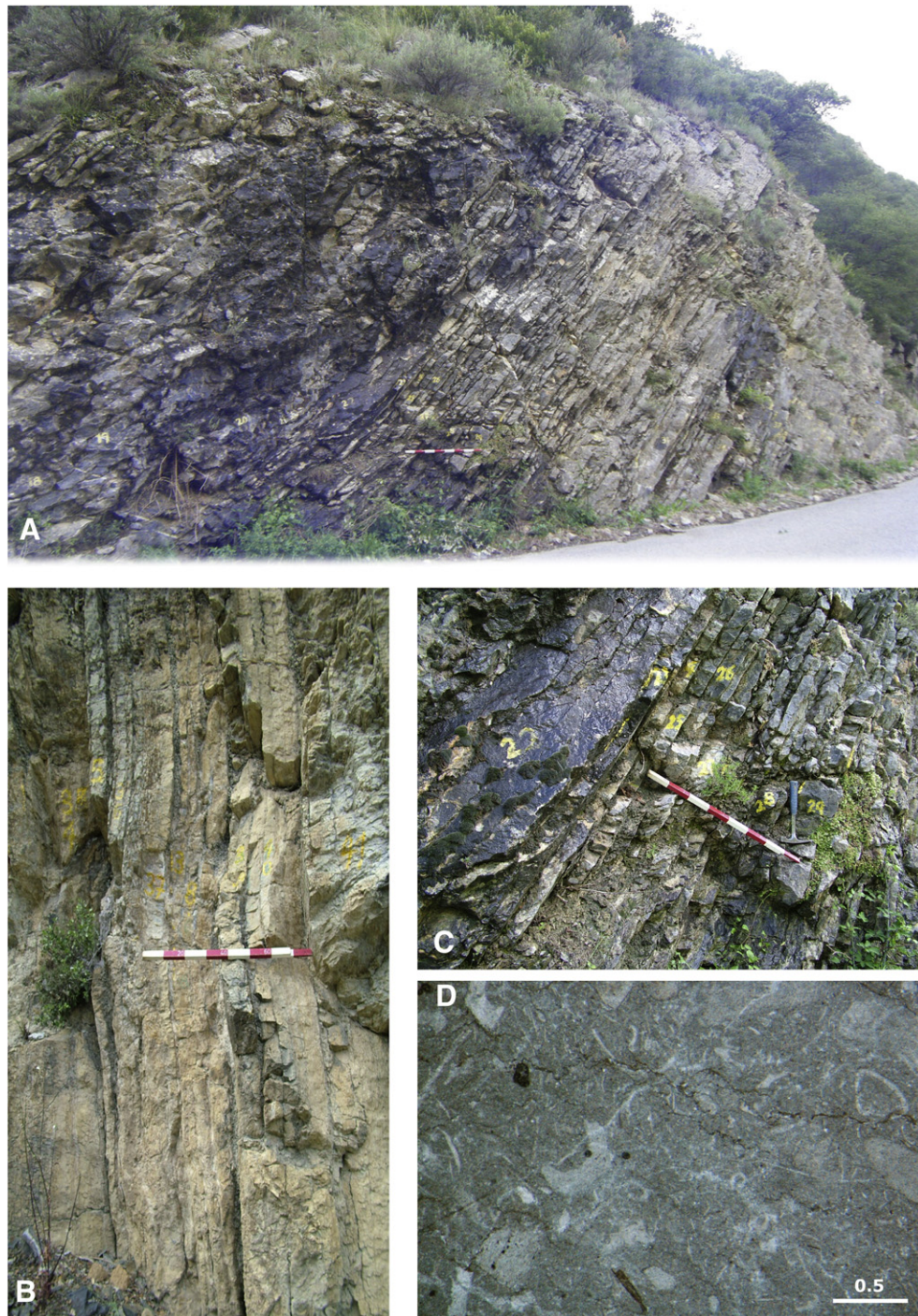


Fig. 7. A. Field aspect of Facies 4 at the Compte-I Section; B. Aspect of Facies 3 at the Segre 1 Section (Beds 34–41); C. Detail of Facies 4 at the section Compte-I, Beds 22–29; the first record (delayed) of *Lanea* is registered at the top of Bed 22 and the entry, and unique record, of *A. transitans* is recorded in Bed 28. D. Crinoidal wackestone at the upper part of Facies 4 (section Compte-I, Bed 52a). For A, B and C each color block (white, red) in the scale ruler is 10 cm.

59 cm); they are interbedded with marly shales and shaly marls (1–4 cm thick). Colors alternate from clear-grey to dark grey in several intervals.

Bed 33b (near the top of the transition) is a micrite wackestone-mudstone (Fig. 6F); the bioclasts are fragments of crinoids, bivalves and ostracods. In general the matrix is micrite, but inside some bioclasts (mainly bivalves) microspar is present. The shape and size of the bioclasts changes from elongated-shaped crinoids and bivalves of medium-sized to sub-rounded ostracods of small size. The frequency size distribution is bimodal with poor sorting, indicating a low energy.

Bed 39 is a micrite mudstone; the few bioclasts components are complete valves of disarticulated bivalves and subordinate fragments of trilobites; they commonly show elongated shapes and the frequency distribution of bioclasts is unimodal. The exclusive presence of micrite and high degree of rounding for the bioclasts suggests a quiet environment of low energy.

3.2.4. Facies 4

As this facies is the only one exposed at Compte-I, we don't know the geometrical relation to the other facies; however, the conodont

record shows evidence of contemporaneity with the other three described facies (Fig. 2).

Facies 4 is composed of well-bedded, dark platy limestone with very few thin interbedding dark marls (Fig. 7A, C). Most individual limestone beds are less than 10 cm thick. Marls are spotty and range from 1 to 4 cm thick; they are almost absent in the lower part (up to Bed 33) and then, become more frequent so that the section consists of an alternation of thick limestone beds (mostly 4–12 cm thick) and marly levels (1–4 cm thick).

Bed 52a is a micrite wackestone (Fig. 7D); the bioclasts, which reach about 30% of the total, are mainly fragments of crinoids and disarticulated bivalves; a few trilobite fragments are also present. The frequency size distribution of these elongated bioclasts is unimodal. The depositional environment, would, in general, be quiet with low energy.

The age of Facies 4 expands the whole Lochkovian; the small change describe above around Bed 33 is close to the middle/upper Lochkovian boundary.

4. Discussion of results, timing and global correlation of Pyrenean Bio-Events

The analysis of the Lochkovian Pyrenean conodont sequence aiming at the recognition of local Bio-Events has provided detailed information about their local expressions and how the event horizons related to particular environmental conditions (distinct facies). In this analysis we use the concept of Global Bio-Event as defined by Walliser (1996: 8); therefore, if an innovation, radiation or extinction of a giving group of taxa occurs synchronously world-wide, it can be considered as a Global Bio-Event.

In the Lochkovian of the Spanish Central Pyrenees, we currently recognize five major Global Bio-Events; three of them took place in the middle Lochkovian, one in the lower and one in the upper Lochkovian. These set of Bio-Events can be correlated to the Late Silurian to Lochkovian Conodont Evolution Cycle of Ziegler and Lane (1987) that according to the authors can be subdivided into two episodes: the Late Silurian to Lochkovian low-diversity episode and the Late Lochkovian high-diversity episode. The former will be represented in the Pyrenees by the lower Lochkovian Bio-Event, and the latter by the middle Lochkovian and upper Lochkovian Bio-Events.

The lower Lochkovian Bio-Event in the Pyrenees is characterized by the onset of *I. woschmidtii*, and the subsequent radiation that gave rise to *I. transiens*, *I. angustoides angustoides* and *I. ang. bidentatus*. The three former taxa disappear within the lower Lochkovian, whilst the latter ranges to a level at the early middle Lochkovian (entry of *Lanea eoeleanorae*) in the sections Segre 1 and Compte-I (Valenzuela-Ríos, 2002; Valenzuela-Ríos et al., 2005) and, presumably, even higher within the middle Lochkovian in section Baen (Fig. 2). This Bio-Event is also recognized (at least partially, or with other icriodids taxa) in many European and north-African regions (Iberian Chains, Armorican Massif, Bohemia, Sardinia, Podolia, Morocco) (see also Carls et al., 2007) and in North-America; but in the later region the involved taxa in this icriodid radiation are different (Klapper and Johnson, 1980). The entry of *Ancyrodelloides carlsi* in the late lower Lochkovian is relevant for supraregional correlations. Its entry is also relevant for correlating the more deeper marine water successions (pelagic facies) with more shallow water ones (neritic) where endemic brachiopods, trilobites and conodonts flourished (Carls and Valenzuela-Ríos, 1999).

The set of three relevant middle Lochkovian Bio-Events starts with the innovation Event marked by the entry of the genus *Lanea*, represented by *Lanea omoalpa* and the subsequent radiation indicated by the three successive taxa *L. eoeleanorae*, *L. eleanorae* and *L. telleri* and by the sudden extinction within the late middle Lochkovian (for detailed range distribution of taxa see Murphy and Valenzuela-Ríos, 1999). *Lanea* is a cosmopolitan genus that, to our current knowledge,

started, flourished and vanished within the middle Lochkovian; therefore, worldwide correlation of the bio-events represented by species of the genus can be globally traced. Independent age control by means of other taxa, ensures the synchronicity of such events. In the Pyrenees taxa of the lineage are recorded in all sections.

The second major middle Lochkovian event is represented by the innovation, radiation and extinction of most taxa of the genus *Ancyrodelloides*. As commented above, the first component of the genus, *A. carlsi*, enters already in the lower Lochkovian, but the innovation Global Bio-Event is represented by the entry of *A. transiens*. The radiation of the genus, with up to five globally distributed species, *A. trigonicus*, *A. assymmetricus*, *A. kutscheri*, *A. murphyi* and *A. cruzae* (Murphy and Valenzuela-Ríos, 1999) and three of more local distribution, *A. secus* in Oklahoma (Barrick and Klapper, 1992), *A. orcula* in Australia (Wilson, 1989) and *A. sequeirosi* in the Spanish Pyrenees (Valenzuela-Ríos, 1999), took place in the middle Lochkovian. As with the species of *Lanea*, those of *Ancyrodelloides* are distributed worldwide, permitting a global correlation of the six cosmopolitan species mentioned above. The independent age control by other taxa, confirms the synchronicity of such events. In the Pyrenees, species of the genus are successively recorded in great numbers from strata of the sections Gerri 1.1, Gerri 1.2 and Segre 1 (Valenzuela-Ríos, 1994a, 2002; Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997). Their absence in the Compte-I Section (except for the unique record of *A. transiens* in Bed 28) can be related to the still partial sampling of the middle Lochkovian in this section. The lack of any *Ancyrodelloides* (except *A. carlsi*) in section Baen can be related to the possibility that section Baen ends before the entry of *A. transiens*.

The third major middle Lochkovian Bio-Event is represented by the sudden entry, radiation and extinction of *Flajsella*, a short-living genus of worldwide distribution (Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997). As stated by Valenzuela-Ríos and Murphy (1997) *Flajsella* is restricted to the upper half of the middle Lochkovian (*eleanorae-trigonicus* and *trigonicus-pandora* beta Zones). In this short time interval that lasted for less than 500 Ky, (House and Gradstein, 2004, fig. 14.1, p. 206) to 1 My (Kaufmann, 2006), the innovation (*F. schulzei*), radiation (comprising four further taxa: *F. sigmostygia*, *F. lanei*, *F. stygia* and *F. streptostygia*) and the extinction of the genus *Flajsella* took place. As with the species of the genera *Lanea*, and *Ancyrodelloides*, the worldwide distribution of *Flajsella* permits global correlation of its cosmopolitan species; furthermore, independent age control by other taxa, warrants the synchronicity of such events. In the Pyrenees species of the genus are registered in stratigraphical sequence in three sections, Gerri 1.1, Gerri 1.2 and Segre 1 (Valenzuela-Ríos, 1994a; Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997; Valenzuela-Ríos and García-López, 1998). The Baen section most likely ends before the entry of *Flajsella*. The absence in section Compte-I can be related to a combination of the common scarcity of the taxa and the still insufficient sampling of this part of the section.

The upper Lochkovian Bio-Event is represented by the radiation of the genus *Pedavis* within the *pandora* beta-gilberti and gilberti-irregularis Zones. The taxonomy of the *Pedavis* for this interval is still being worked out, but the radiation in this 1 My period of time (House and Gradstein, 2004; Kaufmann, 2006) is represented by at least five species, *P. pesavis*, *P. striatus*, *P. robertoi*, *P. gilberti* (Bischoff and Sannemann, 1958; Carls, 1969; Klapper, 1969; Murphy and Matti, 1983; Valenzuela-Ríos, 1994a, b; Valenzuela-Ríos et al., 2005) and a *Pedavis* with long posterior process recorded in Australia (Wilson, 1989) and Spain (Valenzuela-Ríos et al., 2005). The global distribution of most species permits worldwide correlations; furthermore, the presence of some species in the more shallow water facies of the Guadarrama sections, Spain (Carls, 1969; Valenzuela-Ríos, 1994a,b; Carls and Valenzuela-Ríos, 1999), facilitates correlation between the upper Lochkovian neritic and pelagic facies of Europe. The age control by other taxa supports the synchronicity of the radiation event and of the sequential occurrence of taxa within this radiation. In the Pyrenees, several taxa of this radiation are found in

stratigraphical sequence in the sections Gerri 1.1, Gerri 1.2, Segre 1 and Compte-I (Valenzuela-Ríos, 1994a,b, 2002; Valenzuela-Ríos et al., 2005). The Baen section, as mentioned above, ends within the middle Lochkovian.

With regard to the facies, four major Facies are identified in the Lochkovian strata of the five Pyrenean sections studied in the interval. The characteristics and the spatial and temporal relationships among these facies are described in the subchapter 3.2. and summarised in Fig. 2.

The Boundary between Facies 1 and 2 is marked by a sharp transition from dominant black shales with some few limestones interbedded to dominant clear-grey well-bedded limestones with subordinate, very thin, interbedded marly shales. This sharp change was interpreted as the Silurian/Devonian Boundary, but it has been demonstrated that it is intra-Lochkovian (Valenzuela-Ríos, 1990, 1994a; Valenzuela-Ríos and García-López, 1998). This abrupt facies shift is recorded in three sections: Gerri 1.1 (Bed 12), Gerri 1.2 (Bed 2) and Segre 1 (Bed 3) (Valenzuela-Ríos, 1990, 1994a; Valenzuela-Ríos and García-López, 1998; Valenzuela-Ríos and Sanz-López, 2002). The Baen section is exclusively composed of strata assigned to Facies 1. In these four sections the lower Lochkovian radiation event of icriodids took place within Facies 1 (Fig. 2). In section Gerri 1.1, the sharp change from Facies 1 to Facies 2 (Bed 12) coincides with the Innovation Event of *Lanea*, suggesting that this facies change could be related to the Global *Lanea* Bio-event. In Gerri 1.2, the first record of the earliest *Lanea* is also recorded from the lowest Bed of Facies 2 (Bed 2); however, the contact between Facies 1 and 2 in Gerri 1.2 is tectonic, and we cannot be sure about the position of the lowest record of *Lanea* there. In contrast, in Segre 1, the two older taxa of *Lanea*, *L. omoalpha* and *L. eoeleanorae* are recorded from the upper part of Facies 1 (Bed 1); and in Baen, where the whole section develops in Facies 1, *Lanea* appears in the upper half (Bed 15). The records in these two sections shows that the *Lanea* innovation and subsequent radiation event is not related to an environmental change, as is indicated by the change from Facies 1 to Facies 2. Furthermore, the precise age control provided by the conodont sequence hints at a diachronic facies change within the Pyrenean Basin, and therefore, such a strong color change cannot be considered as a Global Event.

Facies 2 is exposed in sections Gerri 1.1 (from Bed 12 to the end), Gerri 1.2 (from Bed 2 to the end) and Segre 1 (from Bed 3 to Bed 23). Within this facies, the middle Lochkovian events described above (*Lanea* – except innovation and earliest part of radiation at Segre 1 – *Ancyrodelloides* and *Flajsella*) took place. The wealthy conodont succession permits detailed correlations among these three sections and globally, as well (Valenzuela-Ríos, 1994a,b, 2002; Valenzuela-Ríos and Murphy, 1997; Valenzuela-Ríos and García-López, 1998; Murphy and Valenzuela-Ríos, 1999), confirming the Global scope of these Bio-Events. Also the upper Lochkovian *Pedavis* radiation event happened in this Facies at sections Gerri 1.1 and Gerri 1.2 (Valenzuela-Ríos, 1994a,b).

The transition from Facies 2 to Facies 3 is represented in section Segre 1 by beds 24–33. In this section, the largest portion of the upper Lochkovian *Pedavis* radiation event took place in the upper part (Beds 33, Valenzuela-Ríos, 1994a,b) and continues in the lower part of Facies 3. This fact also suggest that the *Pedavis* upper Lochkovian radiation event was not facies related, and that the facial change in the Pyrenees didn't affect, neither controlled this Global Bio-Event.

Facies 4 is only represented in section Compte-I. In this section three of the five Lochkovian Events (neither *Ancyrodelloides*, nor *Flajsella* events have been registered yet) are recorded. The development of the lower, middle and upper Lochkovian events in the same facies, which is also different from the other main Facies where the events are recorded, reinforces the idea of no direct relationships between environmental condition changes and Lochkovian Bio-Events in the Pyrenees.

5. Conclusions

The revisited Lochkovian Pyrenean conodont sequence from five selected sections permits recognition of, at least, five major conodont Bio-Events that after comparison with world-wide distributed sequences turned out to be Global Bio-Events. These Global Bio-Events largely correlate with the Global Conodont Evolution Cycle “Late Silurian to Lochkovian cycle” of Ziegler and Lane (1987).

These Global Bio-Events are in chronological ascending order: 1) The radiation of early *Icriodus*; 2) the innovation, radiation and extinction of *Lanea*; 3) the entry of *A. transitans* and the subsequent radiation and extinction of *Ancyrodelloides*; 4) the innovation, radiation and extinction of *Flajsella*, and 5) the radiation of *Pedavis*. The first Bio-Event took place in the lower Lochkovian; Bio-Events 2–4 happened in the middle Lochkovian and Bio-Event 5 developed in the upper Lochkovian.

The analysis of the Lochkovian strata in the selected sections allows the identification and characterization of four major Facies (1–4). Facies 1, had, unintentionally, been considered as the Time Specific Facies for the late Silurian in the Pyrenees. However, palaeontological data demonstrate its upward development into the middle Lochkovian.

The combined study of these five Bio-Events and four main Facies in the Pyrenean Lochkovian shows that the Bio-Events are not connected to clear facies changes, and, therefore, the latter cannot be indicated as the cause of the former. Even the clear shift from Facies 1 to 2, indicating a distinct fluctuation in oxygen content of the water mass, or, at least of the sea-floor, is not clearly connected to any conodont Bio-Event.

The detailed bio- and lithostratigraphical study of five sections from the Spanish Central Pyrenees opposes the supposedly synchronicity of the “Upper Silurian Time Specific Facies” (Facies 1) in the Pyrenees (and probably in other areas of similar facies). This fact shows, again, the need of detailed palaeontological studies to support the age assignment of rocks that seem to be simultaneously deposited around the globe (or at least, on a large spatial scale).

The supposedly correlative value of time-specific facies should first be tested in each place by independent, age-precise tools, such as fossils. Until the synchronicity of these kind of facies is settled and supported by palaeontological data, the supposed chronostratigraphic value of these facies is not sure, and should not be used in chrono-correlation.

Acknowledgements

This paper has been supported by the project CGL2011-24775 of the Spanish Ministry of Science and Innovation. The Alexander von Humboldt-Stiftung partially supported the research activities of JIV-R. This report is a contribution to IGCP 596 “Climate change and biodiversity patterns in the Mid-Palaeozoic (Early Devonian to Late Carboniferous)”. We warmly thank Eberhard Schindler for the constructive comments and suggestions that helped to improve the initial report.

References

- Barnes, C., Hallam, A., Kaljo, D., Kauffman, E.G., Walliser, O.H., 1996. Global Event Stratigraphy. In: Walliser, O.H. (Ed.), *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 319–333.
- Barrick, J., Klapper, G., 1992. Late Silurian–Early Devonian Conodonts from the Hunton Group (Upper Henryhouse, Haragan, and Bois d'Arc Formations), South-Central Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey Bulletin* 145, 19–65.
- Bischoff, G., Sannemann, D., 1958. Unterdevonische Conodonten aus dem Frankenwald. *Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 86, 87–110.
- Boersma, K.T.H., 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Central Spanish Pyrenees. *Leidsche Geologische Mededelingen* 49, 303–377.
- Carls, P., 1969. Die Conodonten des tieferen Unter-Devons der Guadarrama (Mittel-Spanien) und die Stellung des Grenzbereiches Lochkovium/Pragium nach der rheinischen Gliederung. *Senckenbergiana Lethaea* 50 (4), 303–355.

- Carls, P., 1975. Zusätzliche Conodonten-Funde aus dem tieferen Unter-Devon Keltiberiens (Spanien). *Senckenbergiana Lethaea* 56 (4/5), 399–428.
- Carls, P., Gandl, J., 1969. Stratigraphie und Conodonten des Unter-Devons der Östlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Abhandlungen* 132 (2), 155–218.
- Carls, P., Valenzuela-Ríos, J.I., 1999. Similitudes y diferencias estratigráficas entre el Pridoliense-Praguiense celtibérico y armoricano. *Revista Española de Paleontología* 14 (2), 115–128.
- Carls, P., Slavík, L., Valenzuela-Ríos, J.I., 2007. Revision of conodont biostratigraphy across the Silurian–Devonian boundary. *Bulletin of Geosciences* 82 (2), 145–164.
- de Villalta, J.F., Rosell Sanuy, J., 1969. Nuevas aportaciones al conocimiento de la estratigrafía del Devónico de Gerri de la Sal (Lérida). *Acta Geológica Hispánica* IV (4), 108–111.
- Habermehl, M.A., 1970. Depositional history and diagenesis of quartz-sand bars and lime-mud environments in the Devonian Basibé Formation (Central Pyrenees, Spain). *Leidse Geologische Mededelingen* 46 (1), 1–55.
- Hartevelt, J.J.A., 1970. Geology of the Upper Segre and Valira valleys, Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 45, 167–236.
- House, M.R., 2002. Strength, timing, setting and cause of mid-Palaeozoic extinctions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 181, 5–25.
- House, M.R., Gradstein, F.M., 2004. The Devonian Period. In: Gradstein, F.M., Ogg, J., Smith, J. (Eds.), *A Geologic Time Scale*. Cambridge Univ. Press, pp. 202–221.
- Jahnke, H., Shi, Y., 1989. The Silurian–Devonian boundary strata and the Early Devonian of the Shidian–Baoshan area (W. Yunnan, China). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 110, 137–193.
- Kaufmann, B., 2006. Calibrating the Devonian Time Scale: a synthesis of U–Pb ID-TIMS ages and conodont stratigraphy. *Earth-Science Reviews* 76, 175–190.
- Klapper, G., 1969. Lower Devonian Conodont sequence, Royal Creek, Yukon Territory, and Devon Island, Canada. *Journal of Paleontology* 43 (1), 1–27.
- Klapper, G., Johnson, J.G., 1980. Endemism and dispersal of Devonian conodonts. *Journal of Paleontology* 54 (2), 400–455.
- Mey, P.H.W., 1967a. Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Palaeozoic. *International Symposium on the Devonian System: Memoir*, 2, pp. 1157–1166.
- Mey, P.H.W., 1967b. The Geology of the upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 41, 153–220.
- Mey, P.H.W., 1968. Geology of the upper Ribagorzana and Tor Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 41, 229–292.
- Murphy, M.A., Matti, J.C., 1983. Lower Devonian Conodonts (*hesperius-kindlei* Zones), Central Nevada. *University of California Publications in Geological Sciences* 123, 1–83.
- Murphy, M.A., Valenzuela-Ríos, J.I., 1999. *Lanea* new genus, lineage of Early Devonian conodonts. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 37 (2/3), 321–334.
- Talent, J.A., Yolkin, E.A., 1987. Transgression–regression patterns for the Devonian of Australia and Southern West Siberia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 92, 235–249.
- Valenzuela-Ríos, J.I., 1990. Lochkovian Conodonts and Stratigraphy at Gerri de la Sal (Pyrenees). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 118, 53–63.
- Valenzuela-Ríos, J.I., 1994a. Conodonts del Lochkoviense y Praguense (Devónico Inferior) del Pirineo Central español. *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza* 5, Diputación General de Aragón.
- Valenzuela-Ríos, J.I., 1994b. The Lower Devonian conodont *Pedavis pesavis* and the *pesavis* Zone. *Lethaia* 27 (3), 199–207.
- Valenzuela-Ríos, J.I., 1996. Lower Devonian Conodonts from Spanish Pyrenees. *Sixth European Conodont Symposium (ECOS VI): Abstracts*, 58.
- Valenzuela-Ríos, J.I., 1999. *Ancyrodelloides sequeirosi*, un nuevo conodonto del Lochkoviense medio (Devónico Inferior) de los Pirineos orientales españoles. In: Gámez, J.A., Liñán, E. (Eds.), *Memorias de las VI Jornadas Aragonesas de Paleontología: “25 años de Paleontología Aragonesa”*. Homenaje al Profesor Leandro Sequeiros. Institución Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 247–253.
- Valenzuela-Ríos, J.I., 2002. Lochkovian and Pragian Conodonts from Segre 1 (Central Spanish Pyrenees). In: García-López, S., Bastida, F. (Eds.), *Palaeozoic conodonts from Northern Spain: Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero*, 1, pp. 403–418.
- Valenzuela-Ríos, J.I., García-López, S., 1998. Using conodonts to correlate abiotic events: an example from the Lochkovian (Early Devonian) of NE Spain. *Palaeontologia Polonica* 58, 189–197.
- Valenzuela-Ríos, J.I., Liao, J.-C., 2006. Annotations to Devonian Correlation Table, R 357–360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. *Senckenbergiana Lethaea* 86 (1), 105–107.
- Valenzuela-Ríos, J.I., Murphy, M.A., 1997. A new zonation of middle Lochkovian (Lower Devonian) conodonts and evolution of *Flajsella* n. gen. (Conodonta). In: Klapper, G., Murphy, M.A., Talent, J.A. (Eds.), *Paleozoic Sequence Stratigraphy and Biogeography: Studies in Honor of J. Granville (“Jess”) Johnson: Mem. Geol. Soc. Am. Special Paper*, 321, pp. 131–144.
- Valenzuela-Ríos, J.I., Sanz-López, J., 2002. Pyrenees. In: Gibbons, W., Moreno, T. (Eds.), *The Geology of Spain: Geological Society of London, Special Publications*, London, pp. 86–89.
- Valenzuela-Ríos, J.I., Liao, J.-C., Martínez-Pérez, C., Castelló, V., Botella, H., 2005. Datos preliminares sobre los conodontos y restos de peces del Lochkoviense (Devónico Inferior) de Compte-I (Valle del Noguera Pallaresa, Pirineos). In: Gámez, J.A., Liñán, E., Valenzuela-Ríos, J.I. (Eds.), *Memorias de las VIII Jornadas Aragonesas de Paleontología: “La cooperación Internacional en la Paleontología española. Homenaje al Profesor Peter Carls”*. Institución Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 131–145.
- Walliser, O.H., 1984. Pleading for a natural D/C Boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 67, 241–246.
- Walliser, O.H., 1985. Natural boundaries and Commission Boundaries in the Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 401–408.
- Walliser, O.H., 1996. Patterns and Causes of Global events. In: Walliser, O.H. (Ed.), *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 7–19.
- Wilson, G.A., 1989. Documentation of conodont assemblages across the Lochkovian–Pragian (Early Devonian) Boundary at Wellington, Central New South Wales, Australia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 117, 117–171.
- Ziegler, W., 1959. Conodonten aus Devon un Karbon Südwesteuropas und Bemerkungen zur bretonischen Faltung (Montagne Noire, Massiv v. Mouthoumet, Span. Pyrénées). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Abhandlungen* 289–309.
- Ziegler, W., Lane, H.R., 1987. Cycles in conodont evolution from Devonian to mid Carboniferous. In: Aldridge, R.J. (Ed.), *Palaeobiology of conodonts*. Ellis Horwood Limited, Chichester, pp. 147–163.
- Zwart, H.J., 1979. The Geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 50, 1–74.

LIAO & VALENZUELA-RÍOS 2008

GEOLOGICAL QUARTERLY

Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte section (Middle–Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees)

Jau-Chyn LIAO and José Ignacio VALENZUELA-RÍOS



Liao J.-C. and Valenzuela-Ríos J. I. (2008) — Givetian and early Frasnian conodonts from the Compte section (Middle–Upper Devonian, Spanish Central Pyrenees). *Geol. Quart.*, **52** (1): 1–18. Warszawa.

The Givetian and Frasnian conodont succession investigated in the Compte section (Spanish Pyrenees) is subdivided into nine Givetian standard conodont zones and two Frasnian zones (MN zones). This succession allows precise identification of the lower/middle Givetian, middle/upper Givetian and of the Givetian–Frasnian boundaries by means of index conodonts. The joint entry of *Mesotaxis falsiovalis* and *Skeletognathus norrisi* in the same bed shows local isochroneity of the beginning of the *falsiovalis* and *norrisi* zones in the latest Givetian. In the earliest Frasnian the sequence of *Ancyrodella pristina*, *A. soluta* and *A. rotundiloba* is observed whilst *A. binodosa* is lacking. The conodont assemblages consist of key species of the following nine genera: *Polygnathus*, *Icriodus*, *Tortodus*, “*Ozarkodina*”, *Schmidtognathus*, *Klapperina*, *Mesotaxis*, *Skeletognathus* and *Ancyrodella*. This is the first conodont report from the Pyrenees showing such a detailed succession of enormous correlation potential.

Jau-Chyn Liao, Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense; E-28040 Madrid, Spain; Jau-Chyn Liao and José I. Valenzuela-Ríos, Departamento de Geología, Universitat de València, Dr. Moliner 50; E-46100 Burjassot, Spain; e-mails: Jau.Liao@uv.es, Jose.I.Valenzuela@uv.es (received: May 21, 2007; accepted: February 15, 2008).

Key words: Devonian, Spanish Pyrenees, conodonts, correlation, zonation, biostratigraphy.

INTRODUCTION

One of the major efforts of the international Subcommission on Devonian Stratigraphy (SDS) during the last years has been the subdivision of the Givetian Stage. Several proposals were examined and finally, last year, SDS approved an official subdivision into substages based on the beginning of two conodont zones. In this sense, the middle Givetian Substage starts at the base of the *rhenanus/varcus* Zone and the upper Givetian Substage at the base of the *hermanni* Zone. The official Givetian–Frasnian boundary (GSSP) is defined as the lowermost occurrence of *Ancyrodella rotundiloba*, which also indicates the base of the Lower *asymmetricus* conodont zone in section Col du Puech de la Suque, Montagne Noire (France) (Klapper *et al.*, 1987). However, most authors place this boundary at the first entry of the genus *Ancyrodella*. In this paper we will not discuss historical details of this presumably slight heterochroneity, but rather we will describe the succession of local first entries of *Ancyrodella* species in the Compte section and relate it to other relevant sections worldwide.

Givetian rocks are widespread in the Spanish Central Pyrenees, but detailed studies are rare so far. The better-known area is the so-called “Compte subfacies area” (Hartevelt, 1970; Boersma, 1973; Valenzuela-Ríos and Liao, 2006) that belongs to the larger “Southern facies area” of Mey (1967). Several authors have carried out conodont studies of this “subfacies”, but the most relevant report was the one presented by Boersma (1973). He surveyed several selected sections and provided their conodont content; unfortunately, lack of illustrations precludes testing his taxonomic work. In his paper, he included the Compte section that, according to his data, spans the Givetian to the Carboniferous (Boersma, 1973, p. 323, 348, 377). He also studied three other Givetian sections: La Guàrdia d’Ares and Villech in the Compte subfacies area, and Sahún in the Renanué subfacies area. In other Givetian sections, he did not find any Givetian conodonts (e.g. Renanué section, compare Liao *et al.*, 2001; Liao and Valenzuela-Ríos, 2005). Before Boersma’s study, Ziegler (1959, p. 298–299) collected some conodont samples in the Compte section, which he called “Section in the Pallaresa valley south of Sort”. He mentioned the presence of the Lower, Middle and Upper Devonian and Carboniferous, but regarding the Middle Devonian, only cono-

donts of questionable Eifelian age were reported from Ziegler's sample 1 (1959, p. 299). Most of his samples contained Upper Devonian conodonts.

In recent years we have conducted a comprehensive conodont research of the Givetian and early Frasnian part of the Compte section, but results have been presented only during professional meetings (Liao *et al.*, 2002; Liao and Valenzuela-Ríos, 2006). The main purpose of this paper is to present a detailed conodont succession for most of the Givetian and lower Frasnian at Compte section that serves as a basis for bio- and chronostratigraphical interpretations.

GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL SETTING

The Compte section is located near the former national road N-260 between the localities of La Pobla de Segur and Sort, on the right bank of the Noguera Pallaresa River, roughly 1.4 km

north of Gerri de la Sal (Fig. 1). Due to partly covered intervals, initial sampling was focused on outcrops along the road and on the hill, which were afterwards correlated, and a section was compiled (Liao *et al.*, 2002). Biostratigraphical uncertainties, however, forced us to uncover some intervals, and the results presented herein come from the section along the road. It corresponds to a part of the A-member of the Compte Fm. at section Compte (03) of Boersma (1973, p. 307) that approximately correlates with the Comabella Fm. of Sanz-López (in: Montesinos and Sanz-López, 1999, p. 106). The studied part of the section comprises about 30 metres of variegated (pink, red, blue and green) nodular limestones and bedded limestones, with beds up to 90 cm thick. Decimetric layers of marly limestone appear in the upper part (Fig. 2). Texturally these are mostly wackestones and packstones with abundant dactyloconarids; other common fossils are crinoid ossicles, ostracods and trilobites.

The position of samples in the section is shown in Figure 2, together with ranges of conodont taxa and stratigraphy. Table 1 provides quantitative details including number of conodonts, sample weight and location in centimetres above the section base.

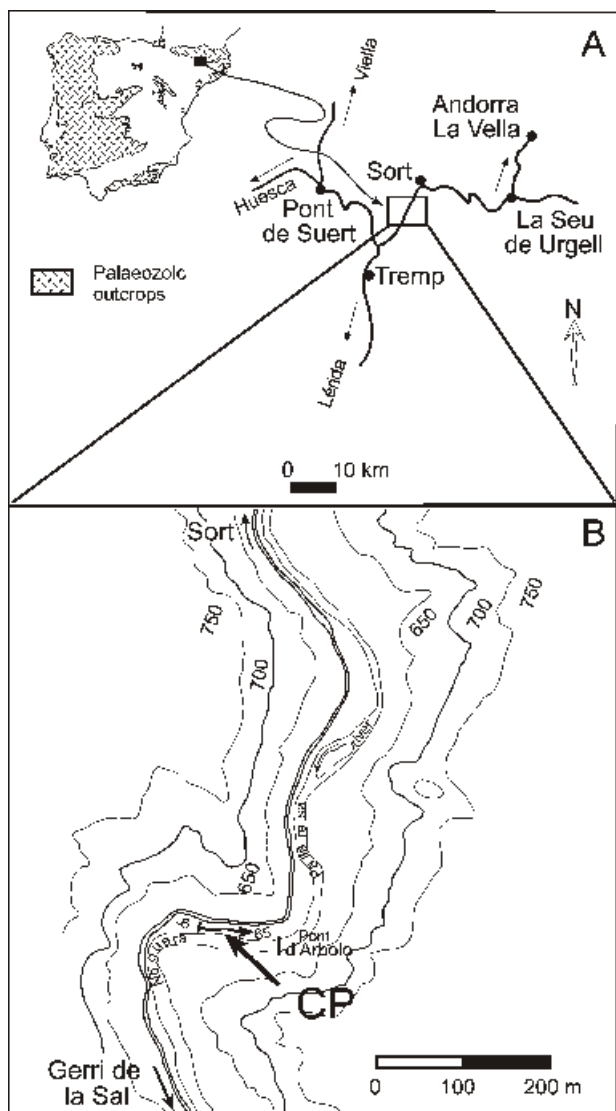
SYSTEMATIC PALAEONTOLOGY

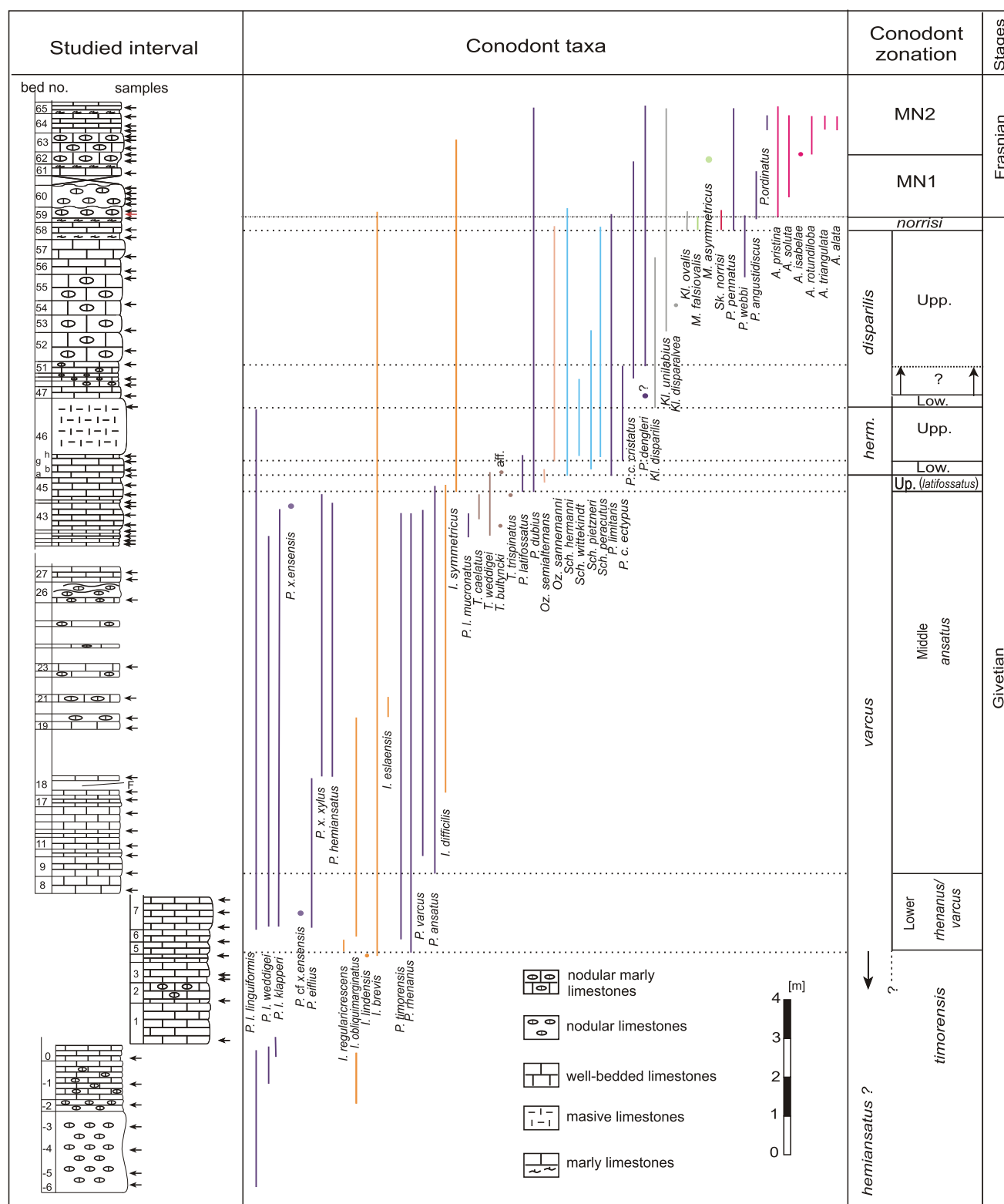
Specimens are deposited at the Museum of Geology of University of València (MGUV) as indicated in the plate explanations. Only biostratigraphically relevant conodonts are briefly discussed and (or) illustrated (Figs. 3–6).

Genus *Ancyrodella* Ulrich and Bassler 1926

Ancyrodella pristina Khalymbadzha and Chernysheva, 1970 (Fig. 6I, J)

- *1970 *Ancyrodella pristina* sp. nov. Khalymbadzha and Chernysheva, p. 89, 90, pl. 1, figs. 3–8;
- 1989 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva; Sandberg *et al.*, p. 210, pl. 1, figs. 3, 4, 9, 10, 13, 14; text-fig. 2, figs. 2–4 (includes synonymy);
- 1992 *Ancyrodella rotundiloba* early form (Bryant); Norris *et al.*, p. 73, pl. 15, figs. 7, 8;
- 1992 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva; Bardashev, pl. 11, fig. 31;
- 1993 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva; Ji and Ziegler, p. 53, pl. 1, figs. 7–9; text-fig. 7, fig. 6;
- 1993 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva; Racki and Bultynck, pl. 6, fig. 2; pl. 7, figs. 5, 6;
- 1993 *Ancyrodella soluta* Sandberg *et al.*; Racki and Bultynck, pl. 7, figs. 1, 2, 8, 9;
- 1994 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva; Bai *et al.*, p. 162, pl. 1, figs. 2, 3 (non 4 = *Ancyrodella soluta*);
- 1994 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Weary and Harris, pl. 2, figs. 3–6; text-figs. 5–8;
- 1994 *Ancyrodella rotundiloba* early form (Bryant); Kirchgasser, pl. 1, figs. A–F, H, I;





1995 *Ancyrodella pristina* Khalymbadza and Chernysheva;
Iudina, text-fig. 2, figs. 3, 7;
1995 *Ancyrodella pristina* Khalymbadza and Chernysheva;
Hünecke, pl. 2, fig. 5;
1995 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Sanz-López, p. 454,
455, pl. 33, figs. 1–4;

1998 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva;
Spalleta and Perri, p. 192, pl. 2.1.1, fig. 6;
1999 *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva;
Lazreq, p. 60, pl. 3, figs. 8, 9, 13.
R e m a r k s. — In accordance with Sandberg *et al.* (1989)
A. pristina can be distinguished from *A. binodosa* by having a

Table 1A

Distribution and number of conodont species at the lower part of the Compte section, Central Pyrenees

| Conodont biozonation | <i>hemiansatus-timorensis</i> | | | | | | | | | | Lower <i>varcus</i> Bo(44) | | | | | | Middle <i>varcus</i> Bo(42) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|---------------------------------|------|-------------------|------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|---------------------|------|------|------|--|
| | -6 | -4 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4b | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 ⁰² _{top} | 11 | 11 _{top} | 12 | 13 | 13 ⁰² | 14 | 14 ⁰³ | 15 | 15 ⁰² | 16 | 16 ⁰² | 16 ⁰³⁻³⁰ | 17 | 18b | 18c | |
| Bed/Sample | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centimeters in section | 10 | 110 | 214 | 278 | 348 | 391 | 489 | 539 | 583 | 588 | 609 | 669 | 744 | 814 | 874 | 894 | 934 | 984 | 993 | 1004 | 1014 | 1034 | 1049 | 1049 | 1062 | 1062 | 1082 | 1082 | 1102 | 1102 | 1152 | 1152 | 1245 | 1285 | |
| Samples weight [Kg] | 3.6 | 2.8 | 3 | 4 | 2.3 | 2.8 | 2.4 | 3.3 | 2.3 | 3.9 | 2.9 | 3.3 | 8.7 | 2.0 | 6.2 | 3.1 | 3.6 | 2.5 | 3 | 3.1 | 2.4 | 4.4 | 2.8 | 2.7 | 3.9 | 2.8 | 3.8 | 2.4 | 3 | 2.2 | 5.6 | 3.3 | 4.1 | 4.2 | |
| <i>Ic. sp.</i> | 1 | | | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 10 | 6 | 1 | 6 | 1 | 23 | 11 | 1 | 5 | 4 | 7 | 11 | 11 | 8 | 6 | 6 | 10 | 5 | 6 | 5 | 1 | 2 | 2 | |
| <i>Pl. l. weddigei</i> | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | |
| <i>Pl. l. klapperi</i> | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>P. hemiansatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| <i>P. eiflius</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>P. cf. P. x. ensensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. regularicrescens</i> | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. obliquimarginatus</i> | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. lindensis</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>I. b. brevis</i> | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. eslaensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 5 | 8 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 10 | | | | | | | 4 | |
| <i>P. rhenanus</i> | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 4 | | 1 | | 2 | | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | | | | 1 | | | | | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. difficilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | |
| <i>P. ansatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number of conodont elements | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 3 | 14 | 11 | 2 | 7 | 2 | 27 | 12 | 7 | 10 | 17 | 16 | 19 | 11 | 7 | 16 | 10 | 21 | 11 | 11 | 6 | 11 | 3 | | |

Question mark (e.g. ?1) indicates a questionable identification and Bo(XX) corresponds to Boersma (1973) sampling numbers; between beds 27b and 39 there is a short covered interval; because of that, section measurements have been splitted in two parts, from Bed -6 up to 29b and from Bed 39 upwards

Table 1B

Distribution and number of conodont species at the middle part of the Compte section, Central Pyrenees

| Conodont biozonation | Middle varcus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Upper varcus | Lw mm. | Upp. mm. | disp. | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--|--|--|
| | 19 ⁰² a-b | 19 a-b | 1328 | 1335 | 1345 | 1385 | 1450 | 1460 | 1575 | 1635 | 1695 | 1695 | 27a | 27b | 39 | 40 | 41a | 41b | 41c | 42a | 42b | 42c | 42d | 43b | 43 c ₁ | 43 c ₂ | 43e | 43f | 43g | 43j | 44 | 45b | 45c | 45d | 45j | | 46a | 46b | 46g | 46h | 46 up-300 | | | |
| Bed/Sample | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centimeters in section | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Samples weight [Kg] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. linguiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. weddigei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. klapperi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. hemiansatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. xylus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. x. ensensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. obliquimarginatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. brevis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. b. estaensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. timorensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. rhenanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. varcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. difficilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. ansatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I. symmetricus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. l. mucronatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tortodus</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tortodus</i> sp. 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. caelatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. weddigei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. bulyncki</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. trispinatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. latifossatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oz. semialternans</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sch. hermanni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sch. wittekindti</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sch. pietzneri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sch. peracutus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. limitaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oz. sannemanni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. dubius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Kl. disparilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. c. ectypus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number of conodont elements | 7 | 5 | 5 | 11 | 10 | 10 | 8 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 6 | 19 | 20 | 6 | 5 | 7 | 6 | 3 | 6 | 6 | 4 | 6 | 13 | 16 | 5 | 21 | 44 | 47 | 12 | 1 | 67 | 19 | 10 | 49 | 4 | | | | |

For explanations see Table 1A

Table 1C

[illegible]

For explanations see Table 1A

longer, more ovate rather than rounded platform, and larger marginal nodes; it has also a smaller basal cavity. Following Sandberg *et al.* (1989) the presence of additional nodes inserted between marginal nodes and a carina, and a smaller basal cavity distinguish *A. soluta* from *A. pristina*. Additionally, the former has a heart-shaped platform. Basing on a shape of lateral lobe margins, the morphotypes 2 and 3 of *A. pristina* of Sandberg *et al.* (1989) are recognized in our material. Morphotype 2 is characterized by a development of straight lateral lobe margins (Fig. 6J). Morphotype 3 has one straight lateral lobe margin and another one rounded (Fig. 6I).

Stratigraphical distribution. — *A. pristina* ranges from the Early *falsiovalis* Zone into the Middle *falsiovalis* Zone (Ji and Ziegler, 1993); but Sandberg *et al.* (1989) restricted its range to the upper half of the lower part of the *falsiovalis* Zone. Here, we have considered that the first occurrence of *A. pristina* marks the beginning of the Upper Devonian. In terms of the Montagne Noire conodont zonation (Klapper, 1988), it ranges from MN1 to MN2 zones.

Ancyrodella rotundiloba (Bryant, 1921)
(Fig. 6Q, R)

*1921 *Polygnathus rotundilobus* sp. nov. Bryant, p. 26, 27, pl. 12, figs. 1–6;

1989 *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant); Sandberg *et al.* p. 212, 213, pl. 2, figs. 5, 6, 9, 10; pl. 3, figs. 1–9; text-fig. 2, figs. 8–10 (includes synonymy).

Remarks. — According to Sandberg *et al.* (1989) *A. rotundiloba* developed from *A. soluta* by transforming a basal cavity into a small pit and by increasing number of nodes on an upper platform surface. *A. rotundiloba* is distinguished from *A. alata* by height of the anterior blade, development of the strongly alate platform, and by a presence and orientation of secondary keels; inner keel is lateral-anteriorly directed, but the outer one is laterally or latero-posteriorly directed. The specimen illustrated herein (Fig. 6Q, R) exhibits some characteristics that might resemble *A. recta*, such as the straight, almost parallel to the carina, inner lobe margin which is also narrower than the outer one. This gives the platform a characteristic asymmetrical outline as in *A. recta*. However, the lack of an anteriorly-directed inner keel leads us to consider that this specimen can be a form intermediate between *A. rotundiloba* and *A. recta* whereas the other specimens from the same sample clearly belong to *A. rotundiloba*. *A. rotundiloba*, as considered herein, falls within the concept of *A. rotundiloba* late form of Klapper (1985).

Stratigraphical distribution. — From the beginning of the Middle *falsiovalis* Zone into the *punctata* Zone (Ji and Ziegler, 1993). As considered herein, *A. rotundiloba* ranges from the base of MN2 to the lower half of MN3.

Ancyrodella soluta Sandberg, Ziegler and Bultynck, 1989
(Fig. 6K–P)

*1989 *Ancyrodella soluta* n. sp. Sandberg *et al.*; p. 211, pl. 1, figs. 5, 6, 11, 12; pl. 2, figs. 1–4; text-fig. 2, figs. 5–7 (includes synonymy);

1992 *Ancyrodella rotundiloba* early form (Bryant); Norris *et al.*, p. 73, pl. 15, figs. 15, 16.

Remarks. — According to Sandberg *et al.* (1989) *A. soluta* is considered as the intermediate form between *A. pristina* and *A. rotundiloba*. A denser upper platform ornamentation and smaller basal cavity distinguish *A. soluta* from *A. pristina*. More pronounced ornamentation and reduction of basal cavity, which forms a small rhomb-shaped pit leads to *A. rotundiloba*, and these criteria are used by Sandberg *et al.* (1989) to separate both taxa.

In our collection, the three morphotypes of Sandberg *et al.* (1989) can be recognized:

— morphotype 1 has rounded lateral margin lobes and ornamentation consisting of irregular few nodes (Fig. 6M, N);

— morphotype 2 has both straight lateral margin lobes, and nodes of secondary carinas are aligned perpendicular to anterior and posterior ones (Fig. 6O, P);

— morphotype 3 is an intermediate form, with one straight margin and the other rounded and its platform bears more nodes than the other two morphotypes (Fig. 6K, L).

Stratigraphical distribution. — *A. soluta* ranges from the Early *falsiovalis* Zone into the *transitans* Zone (Sandberg *et al.*, 1989), which corresponds to MN1–MN4.

Genus *Icriodus* Branson and Mehl, 1938
Icriodus difficilis Ziegler and Klapper, 1976
(Fig. 4C, D)

*1976 *Icriodus difficilis* n. sp.; Ziegler and Klapper, pp. 117, 118, pl. 1, figs. 1–7, 17;

2001 *Icriodus difficilis* Ziegler and Klapper; Liao *et al.*, p. 17, 18, pl. 1, figs. 1–7 (includes synonymy).

Remarks. — Diagnostic features include the presence of a conspicuous anteriorly projected spur and an associated moderately developed sinus, together with a posterior part bearing two or three aligned denticles concealed by a longitudinal ridge, the last one being the highest. Anterior transversal rows are widely spaced. Anterior carina varies from straight to slightly curved. Lateral denticles are rounded and connected to a smaller middle row denticles by weak transverse ridges; cusp varies from straight to reclined.

Stratigraphical distribution. — This species ranges from the Givetian to lower Frasnian. According to Bultynck (1987), the entry of this taxon, defines the *I. difficilis* Zone, which correlates with the upper part of the *P. rhenanus/varcus* Zone. The upper range is in the *transitans* Zone.

Icriodus obliquimarginatus Bischoff and Ziegler, 1957
(Fig. 3G, J)

*1957 *Icriodus obliquimarginatus* n. sp.; Bischoff and Ziegler, p. 62, 63, pl. 6, fig. 14;

1987 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff and Ziegler; Bultynck, p. 160, pl. 4, figs. 7–10, 12–16;

1989 *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff and Ziegler; Bultynck, p. 102, 103, pl. 2, figs. 22, 23.

R e m a r k s. — Denticles (6–8) of a lateral row are located in lower position than those of the middle row, and in some specimens they are connected by weak transverse ridges; the posterior denticles (3–4) are connected by a longitudinal ridge; a cusp is reclined.

Stratigraphical distribution. — This taxon ranges from the *ensensis* Zone (Weddige, 1977) to the Middle *varcus* Zone (Ziegler *et al.*, 1976; Lazreq, 1999); but it has also been reported from the Upper *varcus* Zone (Broken River — Mawson and Talent, 1989) and even in the upper Givetian (Portilla Formation, Cantabrian Mountains — García-Alcalde *et al.*, 1979).

Genus *Klapperina* Lane, Müller and Ziegler, 1979

Klapperina disparilis (Ziegler and Klapper, 1976)

(Fig. 5K, L, Q, R)

1976 *Palmatolepis disparilis* n. sp. Ziegler *et al.*, p. 119, pl. 1, figs. 18–22, 24–31;

1982 *Palmatolepis disparilis* Ziegler *et al.*; Ziegler and Klapper, p. 467, 468, pl. 3, figs. 5, 7–15 (includes synonymy).

R e m a r k s. — This species shares with *Kl. disparalvea* a distinctive L-shaped cavity but *Kl. disparalvea* has a distinct outer lobe and coarser nodes on an upper side. *Kl. disparilis* differs from *Palmatolepis transitans* in having a straight carina that generally does not extend to a posterior end; the former also has a distinctive coarser node in a posterior part of a carina. A pit on the lower side varies from small to large.

The specimen MGV5998 (Fig. 5K, L) represents a transitional form between *P. cristatus* and *Kl. disparilis* (see also Ziegler and Klapper 1982, pl. 3, figs. 5, 12). The characteristic L-shaped basal cavity leads us to include it in *Kl. disparilis*.

Stratigraphical distribution. — The earliest occurrence of this species defines the base of the *disparilis* Zone and it ranges into the *norrisi* Zone according to Ziegler and Wang (1985), whereas Wang (1994) extended its uppermost range to the Middle *transitans* Zone. Our specimens are restricted to the *disparilis* Zone.

Genus *Mesotaxis* Klapper and Philip, 1972

Mesotaxis falsiovalis Sandberg, Ziegler and Bultynck, 1989

(Fig. 6A, B)

1986 *Polygnathus asymmetricus* Bischoff and Ziegler; Bultynck, pl. 2, figs. 1, 2;

1989 *Mesotaxis falsiovalis* n. sp. Sandberg *et al.*, p. 213 (includes synonymy);

1992 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Bardashev, pl. 10, figs. 14, 20;

1992 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Carls and Gong, p. 206, pl. 3, figs. 6, 7;

1993 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Ji and Ziegler, p. 58, pl. 32, figs. 7–13; text-fig. 7, fig. 1 (includes synonymy);

1993 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Racki and Bultynck, pl. 6, fig. 5;

1999 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Lazreq, p. 67, pl. 3, fig. 3;

2004 *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg *et al.*; Izokh *et al.*, pl. 1, fig. 1.

R e m a r k s. — This species is close in shape and ornamentation to *Kl. ovalis*, but as stated by Sandberg *et al.* (1989), the presence of an asymmetrical, and more centrally located basal cavity distinguishes both taxa. In lower view, the pit of *M. falsiovalis* is also smaller.

Stratigraphical distribution. — This taxon ranges from the beginning of the Early *falsiovalis* Zone to the Late *hassi* Zone according to Ji and Ziegler (1993), but Sandberg *et al.* (1989) extended its range up to the oldest part of the *Ancyrognathus triangularis* Zone. Our material comes from the *norrisi* Zone.

Genus *Polygnathus* Hinde, 1879

Polygnathus ansatus Ziegler and Klapper, 1976

(Fig. 3K, L)

*1976 *Polygnathus ansatus* n. sp. Ziegler and Klapper (in Ziegler *et al.*), p. 119, 120, figs. 11–26;

1985 *Polygnathus ansatus* Ziegler and Klapper; Ziegler and Wang, pl. 1, fig. 28;

1998 *Polygnathus ansatus* Ziegler and Klapper; Uyeno, p. 161, pl. 12, fig. 28; pl. 15, figs. 7, 8.

R e m a r k s. — A combination of the three following characters is distinctive of *P. ansatus*:

— anterior trough margins are bowing outwards (the outer stronger),

— geniculation points are situated in almost opposite positions,

— anterior trough margins meet the blade at the same position. *P. hemiansatus* has a crenulation on inner side of an anterior trough margin and none of the three features mentioned above (compare Fig. 4B).

Stratigraphical distribution. — This species ranges from the base of the *ansatus* Zone to the lower part of the *disparilis* Zone (Bardashev, 1992). Our specimens are restricted to the Upper *varcus* Zone.

Polygnathus cristatus cristatus, Hinde 1879

(Fig. 5M, N)

*1879 *Polygnathus cristata* n. sp. Hinde, p. 366, pl. 17, fig. 11.

Remarks. — *P. c. cristatus* differs from *Kl. ovalis* in the presence of a weak ornamentation, absence of anterior trough margins and a smaller basal cavity that does not exhibit the characteristic “L” shape. There is an ongoing discussion regarding identification of the two subspecies, *P. c. cristatus* and *P. c. ectypus*. The former has commonly discrete nodes arranged in longitudinal rows parallel to a carina and a relatively large basal cavity that varies from symmetrical to slightly asymmetrical. Some nodes can be fused forming transverse ridges.

Stratigraphical distribution. — Klapper and Ziegler (1977) consider that this subspecies ranges from the Upper *hermanni* to the *punctata* zones, however, Klapper and Johnson (1990) indicated its disappearance in the Upper *disparilis* Zone. Our specimens range from the *disparilis* to *falsiovalis* (MN 1 to MN 2) zones.

Polygnathus cristatus ectypus Huddle 1934

- *1934 *Polygnathus ectypus*, Huddle, p. 103, pl. 8, fig. 38;
 1957 *Polygnathus cristata* Hinde; Bischoff and Ziegler, p. 86, 87, pl. 15, figs. 1, 2–13, 16; pl. 17, figs. 12, 13;
 1971 *Polygnathus cristatus* Hinde; Orr, p. 48, pl. 6, figs. 1, 2;
 1992 *Polygnathus cristatus* Hinde; Bardashev, pl. 8, figs. 22–24;
 1994 *Polygnathus cristatus* Hinde; Bai *et al.*, p. 176, 177, pl. 24, fig. 3;
 1999 *Polygnathus cristatus* Hinde; Lazreq, p. 86, pl. 2, fig. 1;
 2003 *Polygnathus cristatus ectypus* Huddle, Aboussalam, p. 177, pl. 19, figs. 7–9 (includes synonymy).

Remarks. — *P. c. ectypus* differs from *P. c. cristatus* by having a more chaotic arrangement of nodes on a platform (lack of arrangement of nodes parallel to the carina), and in having a very small basal cavity on top of a sharp and thin keel. In same specimens nodes show a pinnate distribution.

The non-figured specimen from the Bed 46g (Table 1B) is fragmentary but a characteristic small and symmetrical basal cavity, and the lack of visible alignment of nodes in rows parallel to the carina, suggest its tentative determination as *P. c. ectypus*.

Stratigraphical distribution. — The subspecies ranges from the base of the Upper *hermanni* to the upper part of *transitans* zones (Sandberg *et al.*, 1994); our specimens represent the interval between the Upper *hermanni* and the *disparilis* zones.

Polygnathus latifossatus Wirth, 1967
 (Fig. 4O–T)

- *1967 *Polygnathus latifossata* n. sp. Wirth, p. 227, pl. 22, figs. 17–19; text-figs. 14g–k.

Remarks. — This species is characterized by a development of an incipient narrow platform, which can be accompanied by lateral denticle rows or by 1–3 individual denticles

located on both sides of a posterior carina; some specimens have a relatively open basal cavity, which is located in a posterior third of the unit. *P. latifossatus* differs from *Schmidtognathus piezneri* in having a narrower platform and a slightly nodose ornamentation.

Stratigraphical distribution. — This species defines the base of the Upper *varcus* Zone and ranges to the *norrisi* Zone (Kleinebrinker, 1992). Bardashev (1992) restricted its upper range to the *disparilis* Zone. Our specimens are from the base of the Upper *varcus* to the Upper *hermanni* zones.

Polygnathus rhenanus Klapper, Philip and Jackson, 1970
 (Fig. 3M–P)

- *1970 *Polygnathus rhenanus* sp. nov.; Klapper *et al.*, p. 654, pl. 2, figs. 13–15, 19, 22.

Remarks. — *P. rhenanus* is distinguished from *P. timorensis* by a longer free blade, a narrower and shorter platform, and a more anterior position of a basal cavity. Asymmetrical platform, a markedly arched blade and a more posterior position of the outer geniculation point distinguish *P. rhenanus* from *P. varcus*.

Stratigraphical distribution. — According to Bultynck (1987) this species is recorded in the Ardennes from the upper part of the Lower *varcus* Zone (*rhenanus/varcus* Subzone) to the upper part of the *ansatus* Zone which agrees with our data.

Polygnathus timorensis Klapper, Philip and Jackson, 1970
 (Fig. 3E, F)

- *1970 *Polygnathus timorensis* sp. nov.; Klapper, Philip and Jackson, p. 655, text-fig. 2a–d, pl. 1, figs. 1–3, 7–10 (includes synonymy).

Remarks. — The outer anterior trough margin of *P. timorensis* is strongly developed and this feature distinguishes it from *P. ansatus* which displays symmetrical anterior trough margins (see also description of *P. ansatus*).

Stratigraphical distribution. — This species is recorded from the base of the Lower *varcus* (the *timorensis* Subzone) to the *disparilis* Zone (Aboussalam, 2003). Our specimens range to the upper part of the *ansatus* Zone (Middle *varcus* Zone).

Genus *Schmidtognathus* Ziegler, 1965
Schmidtognathus hermanni Ziegler, 1965
 (Fig. 5B, C)

- *1965 *Schmidtognathus hermanni* n. sp. Ziegler, p. 664, pl. 3, figs. 5–26.

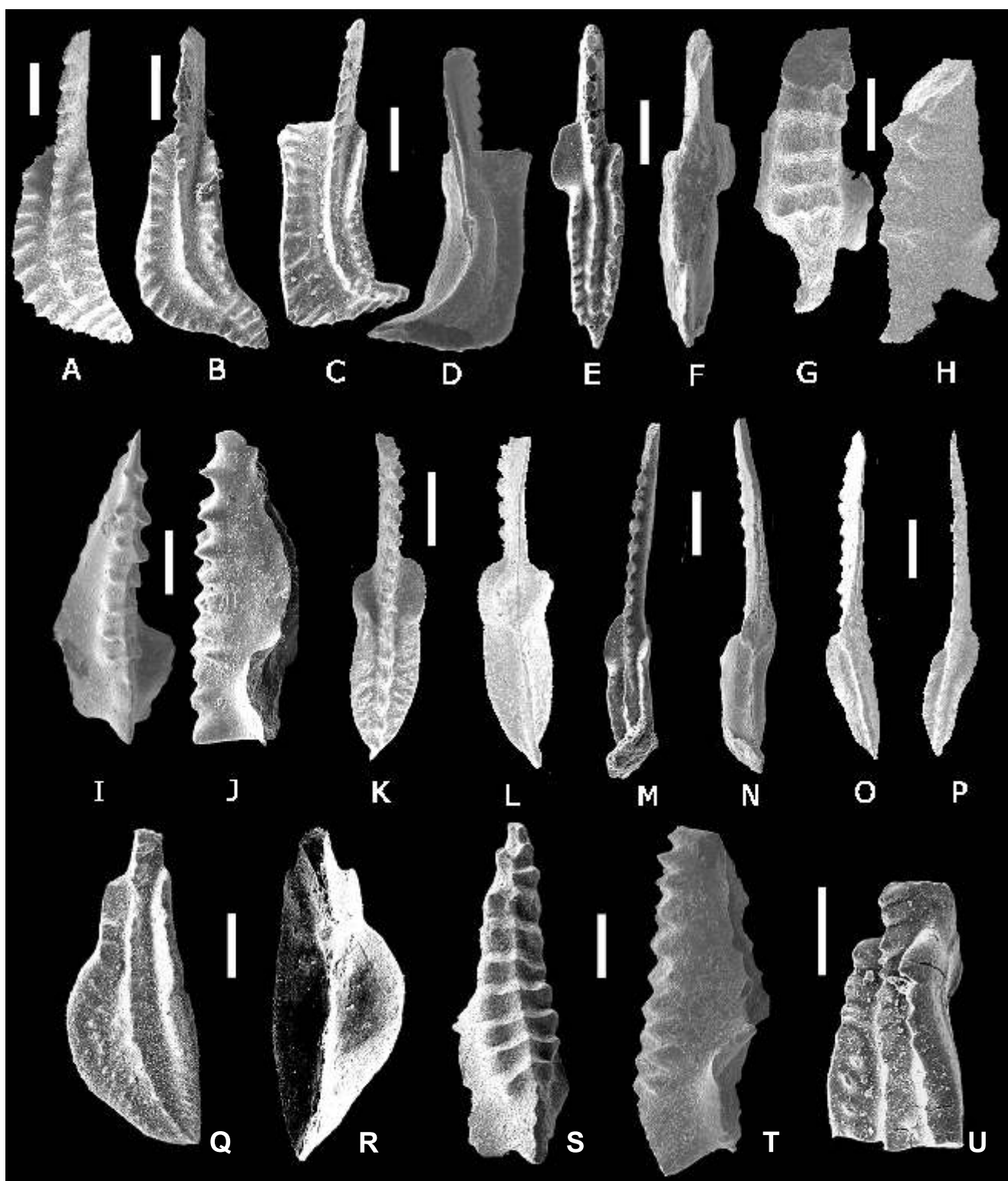


Fig. 3. Conodonts from the Compte section

A — *Polygnathus linguiformis weddigei* Leuteritz and Ziegler, 1979; upper view of MGUV5970; Bed CP/-1, *timorensis*? Subzone; B — *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz and Ziegler 1979; upper view of MGUV5971; Bed CP/8base, *rhenanus/varcus* Subzone; C, D — *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde 1879; upper (C) and lower (D) views of MGUV5972; Bed CP/7, *rhenanus/varcus* Subzone; E, F — *Polygnathus timorensis* Klapper, Philip and Jackson 1970; upper (E) and lower (F) views of MGUV5973; Bed CP/6, *rhenanus/varcus* Subzone; G–J — *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff and Ziegler 1957 upper (G) and lateral (H) views of MGUV5974; Bed CP/-2, *timorensis*? Subzone; upper (I) and lateral (J) views of MGUV5975; Bed CP/20, *ansatus* (Middle *varcus*) Zone; K, L — *Polygnathus ansatus* Ziegler and Klapper, 1976; upper (K) and lower (L) views of MGUV5976; Bed CP/9, *ansatus* (Middle *varcus*) Zone; M–P — *Polygnathus rhenanus* Klapper, Philip and Jackson 1970; upper (M) and lower (N) views of MGUV5977; Bed CP/5; *rhenanus/varcus* Subzone; lower (O) and upper (P) views of MGUV5978; Bed CP/14; *rhenanus/varcus* Subzone; Q, R — *Polygnathus eiflii* Bischoff and Ziegler 1957; upper (Q) and lower (R) views of MGUV5979; Bed CP/7; *rhenanus/varcus* Subzone; S, T — *Icriodus regularicrescens* Bultynck 1970; upper (S) and lateral (T) views of MGUV5980; Bed CP/6; *rhenanus/varcus* Subzone; U — *Polygnathus* cf. *P. xylus ensensis* Ziegler and Klapper 1976; upper view of MGUV5981; Bed CP/7(70-90); *rhenanus/varcus* Subzone; all scale bars = 200 mm, except U (=500 mm)

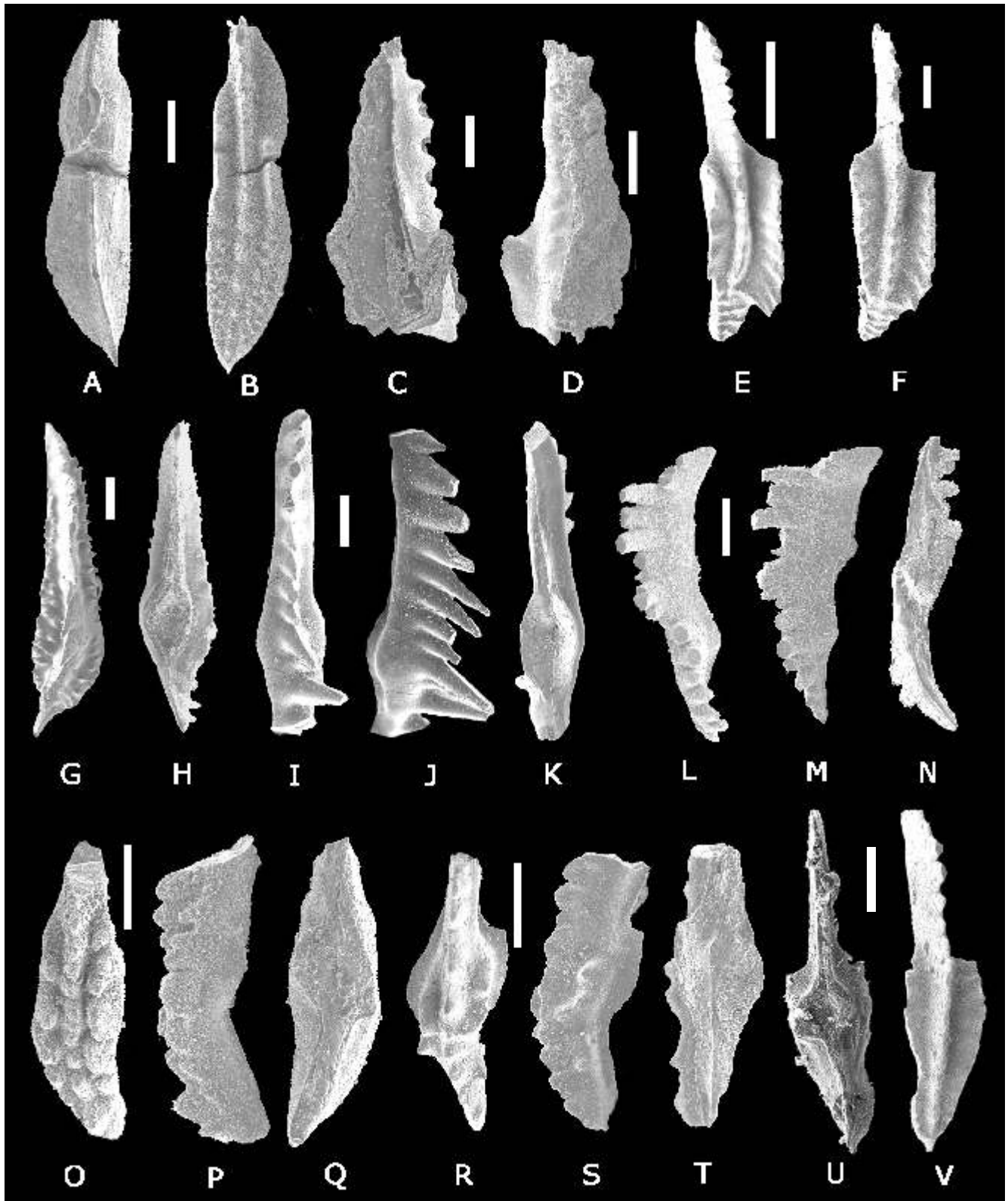


Fig. 4. Conodonts from the Compte section

A, B — *Polygnathus hemiansatus* Bultynck 1987; lower (A) and upper (B) views of MGUV5982, Bed CP/18b, *ansatus* (Middle *varcus*) Zone; **C, D** — *Icriodus difficilis* Ziegler and Klapper, 1976; lower (C) and upper (D) views of MGUV5983; Bed CP/18b, *ansatus* Zone; **E, F** — *Polygnathus linguiformis mucronatus* Wittekindt 1966, E — upper view of MGUV5985; Bed CP/41a, *ansatus* Zone, F — upper view of MGUV5985; Bed CP/41b, *ansatus* Zone; **G, H** — *Tortodus weddigei* Aboussalam 2003 = *Tortodus* sp. A, “ γ ” morphotype Sparling 1999; upper (G) and lower (H) views of MGUV5986; Bed CP/41b, *ansatus* Zone; **I–K** — *Tortodus trispinatus* Aboussalam 2003 = *Tort.* sp. B, “ α ” morphotype Sparling 1999; upper (I), lateral (J) and lower (K) views of MGUV5987; Bed CP/45b, uppermost part of the *ansatus* Zone; **L–N** — *Tortodus* aff. *bultyncki*; upper (L), lateral (M) and lower (N) views of MGUV5988; Bed CP/46a; Lower *hermanni* Zone; **O–T** — *Polygnathus latifossatus* Wirth 1967; upper (O), lateral (P) and lower (Q) views of MGUV5989; bed CP/45c; *latifossatus* (Upper *varcus*) Zone; upper (R), lateral (S) and lower (T) views, MGUV5990; Bed CP/45c; *latifossatus* Zone; **U, V** — *Schmidtognathus* aff. *pietzneri* Ziegler 1965; upper (V) and lower (U) views of MGUV5991; Bed CP/45c; *latifossatus* Zone; all scale bars = 200 μ m, except E (=500 μ m)

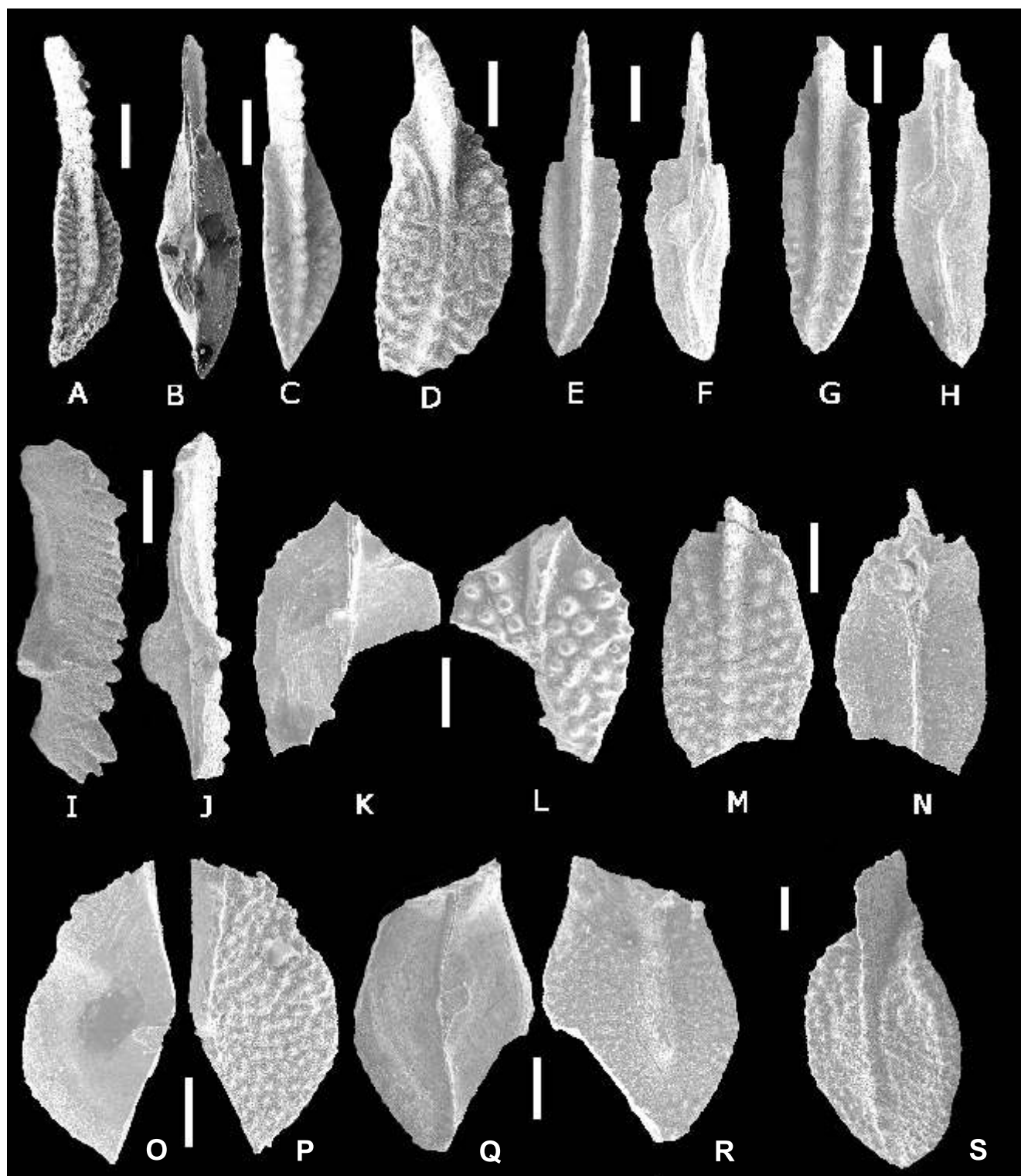


Fig. 5. Conodonts from the Compte section

A — *Polygnathus dubius* Hinde 1879; upper view of MGUV5992, Bed CP/45c, *latifossatus* Zone; B, C — *Schmidtognathus hermanni* Ziegler 1965; lower (B) and upper (C) views of MGUV5993; Bed CP/46a, Lower *hermanni* Zone; D — *Polygnathus limitaris* Ziegler, Klapper and Johnson 1976; upper (D) view of MGUV5994; Bed CP/46a, Lower *hermanni* Zone; E, F — *Schmidtognathus* aff. *pietzneri* Ziegler 1965; upper (E) and lower (F) views of MGUV5995; Bed CP/46b, Lower *hermanni* Zone; G, H — *Schmidtognathus pietzneri* Ziegler 1965; upper (G) and lower (H) views of MGUV5996; Bed CP/46b, Lower *hermanni* Zone; I, J — *Ozarkodina sannemanni sannemanni* Bischoff and Ziegler 1957; lateral (I) and lower (J) views of MGUV5997; Bed CP/46b, Lower *hermanni* Zone; K, L — *Polygnathus cristatus* → *Klapperina disparilis*; lower (K) and upper (L) views of MGUV5998; Bed CP/46(190-200), Upper *hermanni* Zone; This specimen represents a transitional form; note regular distribution of coarse nodes in upper view and L-shaped basal cavity in central position in lower view; M, N — *Polygnathus cristatus cristatus* Hinde 1879; upper (M) and lower (N) views of MGUV5999; Bed CP/49; *disparilis* Zone; O, P — *Klapperina* cf. *Kl. disparilis* Ziegler and Klapper 1976; lower (O) and upper (P) views of MGUV6000; Bed CP/47; *disparilis* Zone; Q, R — *Klapperina disparilis* Ziegler and Klapper 1976; lower (Q) and upper (R) views of MGUV6001; Bed CP/51; *disparilis* Zone; S — *Klapperina ovalis* (Ziegler and Klapper) 1964; upper-lateral view of MGUV6002; Bed CP/59⁰⁴; MN 1 Zone;

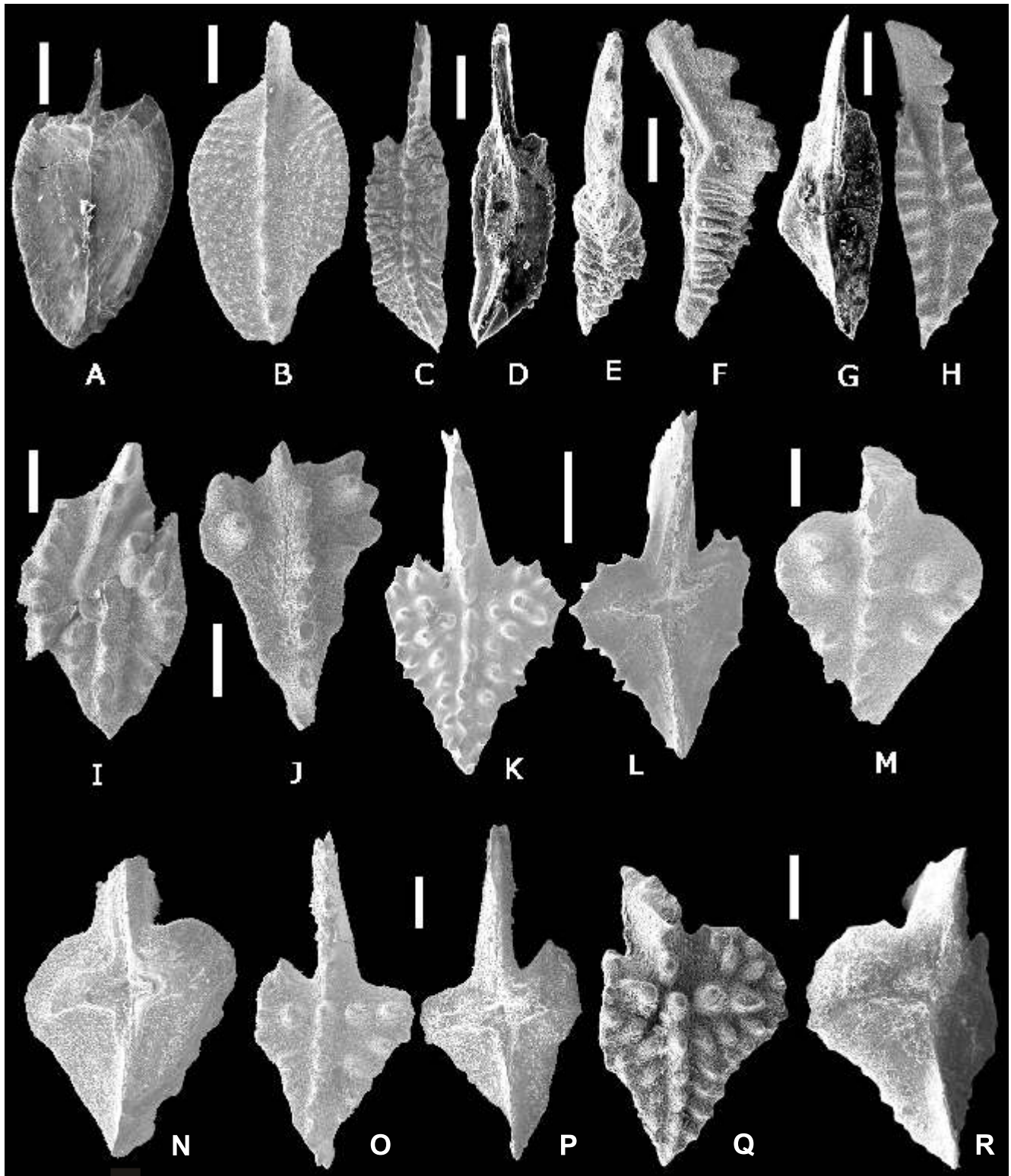


Fig. 6. Conodonts from the Compte section

A, B — *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler and Bultynck 1989; A — lower view of MGUV6003; Bed CP/59; *norrisi* Zone; B — Upper view of MGUV6004; Bed CP/58b; *norrisi* Zone; C–F — *Skeletognathus norrisi* (Uyeno 1967); upper (C) and lower (D) views of the “Pa” element, MGUV6005; Bed CP/58b; *norrisi* Zone; upper (E) and lateral (F) views of the “Pb” element, MGUV6006; Bed CP/58b; *norrisi* Zone; G, H — *Polygnathus pennatus* Hinde 1879; lower (G) and upper (H) views of MGUV6007; Bed CP/58b; *norrisi* Zone; I, J — *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha and Chernysheva 1970; I — upper view of morphotype 3 (Sandberg *et al.*, 1989), MGUV6008; Bed CP/59⁰⁴; MN 1 Zone; J — upper view of morphotype 2 (Sandberg *et al.*, 1989), MGUV6009; Bed CP/59⁰⁴; MN 1 Zone; K–P — *Ancyrodella soluta* Sandberg, Ziegler and Bultynck 1989; upper (K) and lower (L) views of morphotype 3, MGUV6010; Bed CP/60b; MN 1 Zone; upper (M) and lower (N) views of morphotype 1, MGUV6011; Bed CP/60c; MN 1 Zone; upper (O) and lower (P) views of morphotype 2, MGUV6012; Bed CP/61⁰⁴; MN 1 Zone; Q, R — *Ancyrodella rotundiloba*–*Ancyrodella recta*; upper (Q) and lower (R) views of MGUV6013; Bed CP/64; MN 2 Zone; all scale bars = 200 mm, except K (=500 mm)

Remarks. — *Sch. hermanni* differs from *Sch. wittekindti* in the presence of a short and low blade composed of denticles which are similar in size. *Sch. wittekindti* has denticles of different size with a conspicuous cusp in the middle part of a blade. Outline of a platform of *Sch. hermanni* is rather rhombic, and not triangular as in *Sch. wittekindti*, and therefore the maximum width is located in the middle length of the platform of *Sch. hermanni* but in the anterior part in *Sch. wittekindti*. The platform of *Sch. wittekindti* is also narrower bearing a rather regular ornamentation.

The different proportion of blade to platform distinguishes *Sch. hermanni* from *Sch. pietzneri*; in the former species, the platform composes two-thirds of the entire length whilst in the latter it occupies half of the length. Basal cavity of *Sch. hermanni* is asymmetric.

Stratigraphical distribution. — Ziegler (1965, 1971) considered the range of *Sch. hermanni* from the *hermanni* to the Early *falsiovalis* Zones. Klapper and Johnson (1990) restricted its higher range to the upper part of the Upper *disparilis* Subzone.

Schmidtognathus pietzneri Ziegler, 1965
(Fig. 5G, H)

*1965 *Schmidtognathus pietzneri* n. sp. Ziegler, p. 666, 667, pl. 2, fig. 11–25.

Remarks. — *Sch. pietzneri* is closely related to *Sch. peracutus* by a nodose ornamentation and a flat platform but the latter has a wider platform and ornamentation composed of chaotic nodes.

Stratigraphical distribution. — This species ranges from the Lower *hermanni* to the Early *falsiovalis* Zones.

Genus *Skeletognathus* Sandberg, Ziegler and Bultynck, 1989
Skeletognathus norrisi (Uyeno, 1967)
(Fig. 6C–F)

*1967 *Polygnathus norrisi* n. sp.; Uyeno, p. 10, 11, pl. 2, figs. 4, 5;

1989 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Sandberg *et al.* p. 214, pl. 5, figs. 1–12 (includes synonymy);

1994 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Kirchgasser, pl. 3, figs. C, K, M–O;

2001 *Skeletognathus norrisi* (Uyeno); Liao *et al.* p. 41, 42, pl. 4, figs. 22–24 (includes synonymy).

Remarks. — This species has a platform consisting of several thin needle shaped plates or denticles organized in a “chevron” pattern. Based on the margin outline, two different morphological types can be recognized in our specimens: parallel and triangular. The ornamentation is variable because the thin plates can be fused thus forming transversal ridges. The lower side bears a very small pit. Some specimens have a wrinkled ornamentation consisting of few ridges perpendicular to the elevated keels that do not reach the margins of the element.

Stratigraphical distribution. — This species is restricted to a narrow interval around the Givetian–Frasnian boundary. Its first appearance is in the *norrisi* Zone and it ranges into the *transitans* Zone (Sandberg *et al.*, 1989). However, Klapper and Johnson (1990) restrict its upper range to the MN 2 Zone (still within the *falsiovalis* Zone). Our material comes from the *norrisi* Zone (Givetian) and the MN1 Zone (Frasnian).

BIOSTRATIGRAPHY

LOWER GIVETIAN

The lower quarter of the section (beds –6 to 4b) is unsatisfactorily characterized by means of diagnostic conodonts, and most probably belongs to the lower Givetian, but a latest Eifelian age cannot be excluded. The joint occurrence of *I. lindensis* and *I. brevis* in Bed 4b immediately below the lowermost record of *P. rhenanus* (Bed 5), correlates Bed 4b with upper parts of the *timorensis* Subzone in accordance with the entry of *I. brevis* within the latter subzone. Below the Bed 4b, the conodont record does not allow tracing the *hemiansatus*–*timorensis* boundary.

In spite of the proposed appearance of *I. obliquimarginatus* in the uppermost Eifelian of Western Europe and Morocco (Bultynck, 2003, fig. 1), this taxon has been traditionally considered as a Givetian one. Such age is also demonstrated for North America (Bultynck, 2003, fig. 2) and for the Ardennes (Gouwy and Bultynck, 2003; Gouwy, 2004). Stratigraphic ranges were established in these latter publications by setting up the Middle Devonian Composite Standard based on graphic correlation. Thus, we consider that the lowest occurrence of *I. obliquimarginatus* in the Bed –2 indicates still the Givetian *hemiansatus* Zone.

MIDDLE GIVETIAN

The base of the *rhenanus*/*varcus* Subzone and, consequently, of the middle Givetian is defined as the lowest occurrence of *P. rhenanus*, which first occurs in Bed 5 in the Compté section. *P. varcus* is recorded more than 3.5 m higher (Bed 10). Last observed records of *I. regularicrescens* within the lower part of the *rhenanus*/*varcus* Subzone (beds 5 and 6) are in agreement with most ranges observed elsewhere (Bultynck, 2003, figs. 1, 2). The joint occurrence of *P. rhenanus* and *I. regularicrescens* in Compté contrasts with the reported range of the latter in the Ardennes (Gouwy and Bultynck, 2003; Gouwy, 2004), where its highest range is positioned within the Lower Givetian *timorensis* Subzone (below Ardennes regional composite CSU 2000, whilst the middle Givetian starts at CSU 2129). *P. eiflii* mostly does not reach the upper part of the *timorensis* Subzone and even in the Ardennes it is restricted to the lower part of the Eifelian *eiflii* Zone (Gouwy and Bultynck, 2003, fig. 10b; Gouwy, 2004, fig. 4-2.12b). However, the table compiled by Aboussalam (2003, text-fig. 4a) shows an extended range, at least to the lower part of the *ansatus* Zone (Middle *varcus* Zone) and a range questionably extended to the top of the *latifossatus* Zone (late Upper *varcus*

Zone). This latter record refers to the sample 146 of the section SD 15 in Queensland (Mawson and Talent, 1989) and it is considered by Aboussalam (2003, p. 313) as a possible reworked conodont. In any case, it seems that the range of *P. eiflii* can reach higher than the *timorensis* Subzone, at least in Morocco and in North Queensland, and now in the Pyrenees as well (Fig. 3Q, R). The highest occurrence of the taxon in the Compte section is in Bed 18b together with *P. ansatus*, in the Middle *varcus* Zone (see below). Long-ranging polygnathids such as *P. timorensis*, *P. linguiformis linguiformis*, *P. ling. klapperi* and *P. ling. weddigei* are common in many samples of the interval (Fig. 2 and Table 1).

The entry of *P. ansatus* in the Bed 9 (Fig. 3K, L) defines the base of the *ansatus* Zone and of the Middle *varcus* Zone. The Bed 18b contains the highest record of *P. eiflii* together with the local delayed entries of *P. hemiansatus* and *I. difficilis*, which in other places enter already in the preceding zone (Fig. 2). *I. obliquimarginatus* ranges to the top of the Middle *varcus* Zone except for the Ardennes where it does not reach the Middle *varcus* Zone (Gouwy and Bultynck, 2003; Gouwy, 2004). However, in Compte the last observed record is in the lower half of the Middle *varcus* Zone (Bed 20). Other icriodids that are almost restricted to the lower half of the zone in the Compte section are *I. brevis* and *I. eslaensis* (apart from two specimens of the former in the basal Frasnian MN1 Zone, Table 1C). *P. rhenanus* and *P. x. ensensis* disappeared, as elsewhere, in the upper part of the zone. *P. ling. mucronatus* is restricted in Compte to the upper half of the Middle *varcus* Zone (beds 41a–43f; Table 1B). *P. hemiansatus* becomes locally extinct at the upper part of the Zone (Bed 44; Table 1B).

The presence of up to six species of *Tortodus* in the upper part of the zone (beds 41a–45b; Fig. 2, Table 1B) is remarkable. They represent the first Givetian Pyrenean record of the genus. Local ranges of *T. caelatus*, *T. bultyncki* and *T. trispinatus* are restricted to the Middle *varcus* Zone, whilst *T. weddigei* ranges higher (Fig. 2). The record of *T. aff. bultyncki* (Fig. 4L–N) in the Lower *hermanni* Zone (Bed 46a, Table 1B) is noteworthy, too.

The entry of *P. latifossatus* in the Bed 45c identifies the base of the Upper *varcus* Zone. *P. dubius* (Fig. 5A) also appears in the same bed, whereas elsewhere it enters in the overlying Lower *hermanni* Zone. The conodont succession at Compte (see also below) leads us to believe that this record of *P. dubius* can be attributed to the Upper *varcus* Zone, and therefore it evidences a downward extension of its global range. The Bed 45f marks the last local occurrence of *P. ansatus* and *I. difficilis*. The appearance of *I. symmetricus* in the Bed 45f (Table 1B) would also notably extend its range downward; elsewhere it appears in the *disparilis* Zone (Aboussalam, 2003) or even in the lowermost Frasnian (Bultynck, 2003).

UPPER GIVETIAN

The base of the Lower *hermanni* Zone, and accordingly of the upper Givetian, is identified by the entry of *Schmidtognathus hermanni* in the Bed 46a. This bed contains the first record of *P. limitaris* and the local last record of *T. weddigei*. The latter extends the geographical and stratigraphical range of the species that previously was known only from the “pre-taghanic” *ansatus* Zone in Southern Morocco

(Aboussalam, 2003) and from the Middle *varcus* Zone of the basal Prout Dolomite, Ohio (Sparling, 1999). The slightly delayed first *Sch. pietzneri* is recorded above the base of the Lower *hermanni* Zone in the Bed 46b.

The base of the Upper *hermanni* Zone is identified in the Bed 46g with the entry of *P. cristatus ectypus*. The entry of *Sch. peracutus* in the overlying Bed 46h is consistent with the succession of entries within the Upper *hermanni* Zone (Klapper and Johnson, in: Johnson, 1990, fig. 52). The delayed entry of *Sch. wittekindti* is also recorded from the Bed 46h. Within this zone, we record the last local occurrence of *P. ling. linguiformis*, which ranges higher into the Frasnian in other locations. Also within the Upper *hermanni* Zone, the last record of *P. latifossatus* (Bed 46h) is documented.

The entry of *Kl. disparilis* (Fig. 5K, L) at the top of the thick Bed 46 (about 125 cm above the Bed 46h, Fig. 2) indicates the base of the *disparilis* Zone. This specimen is transitional with *P. cristatus*, which suggests that the early stage of the “*disparilis* branch” development according to the phylogenetic interpretation of Ziegler and Klapper (1982: text-fig. 1) is represented in the Pyrenees in Compte section, Bed 46 (190–200) (Figs. 2, Table 1B). The occurrence of an incomplete specimen assigned to *P. dengleri* in the Bed 47 might indicate the upper part of the *disparilis* Zone, but clear records of *P. dengleri* start in the Bed 51. On the other hand, the highest local record of *Sch. wittekindti* in the Bed 49 supports assignment of this bed to the Lower *disparilis* Zone because this taxon becomes extinct in the lower half of the Lower *disparilis* Zone (Klapper and Johnson, in: Johnson, 1990). Before establishing the exact boundary between the Lower and Upper *disparilis* zones, and extending the range of *Sch. wittekindti*, more research has to be done in the Compte section. Tentatively, we place the boundary at the Bed 47, and consequently we extend the range of *Sch. wittekindti*. The highest observed record of *P. c. ectypus* is in the Bed 51, still within the *disparilis* Zone. Within the upper part of the zone, the first appearance of *Kl. unilabius* (Bed 53), unique record of *Kl. disparalvea* (Bed 54) and last appearances of *Sch. pietzneri* (Bed 53) and of *Kl. disparilis* (Bed 57) were noted.

The base of the *norrissi* Zone (=lowermost *asymmetricus* Zone, =*falsiovalis* Zone) is recognized at the Bed 58b with the joint entry of the corresponding index species *Sk. norrisi* and *M. falsiovalis*. This joint record evidences, at least locally, the supposed isochronous appearance of these two taxa and strengthens the correlation potential of any of these index species for the base of the uppermost Givetian conodont zone. In the same bed, the last record of *Sch. peracutus* was noted; this record slightly extends up to the upper half of the Upper *disparilis* Subzone the range of the taxon documented by Klapper and Johnson (in: Johnson, 1990). However, Huddle (1981, tab. 2) had already shown that *Sch. peracutus* ranges into the Frasnian *punctata* Zone. The highest local record of “*Oz.*” *sannemanni* was also observed in Bed 58b.

GIVETIAN/FRASNIAN AND LOWER FRASNIAN

There is a discussion regarding taxonomy of early *Ancyrodella* forms in the context of defining the base of the Frasnian worldwide (compare Klapper, 1985, 1988; Sandberg

et al., 1989). Different taxonomic opinions need to be carefully evaluated but this is far beyond the aims of this paper and therefore it will not be discussed here. We tentatively use the entry of *A. pristina* morphotypes 2 and 3 (Figs. 6I, J) within the Bed 59 (sample 59⁰⁴) to locate the base of the Frasnian and, accordingly, of the Upper Devonian in the Compte section. We stress the fact that our specimens morphologically fall within the concept of *A. pristina* by Sandberg *et al.* (1989). This concept includes the specimen SUI9085 figured by Klapper (1985, pl. 2, figs. 11, 12), which comes from the Bed 42b at Col du Puech de la Suque section (classified as *A. rotundiloba* early form). The GSSP is established in the Bed 42a' in this section. In the Compte section *A. pristina* is followed by *A. soluta* in the Bed 60b (35 cm above the entry of *A. pristina*). For the Frasnian part of the section we follow the Klapper's conodont zonation established in the Montagne Noire (Klapper, 1988). Accordingly, the first conodont zone, described above, will belong to the MN1 Zone.

The lowest occurrence of *A. rotundiloba* late form of Klapper (1985) in the Bed 62a identifies the base of the MN2 Zone in the Compte section. This bed has also yielded the lowest representatives of *A. isabelae*. As the early form of *A. alata* is limited to the MN2 Zone 2 (Klapper, 1988) its appearance in the Bed 64 confirms the presence of the upper part of this zone in the Compte section. Conodonts from the Bed 65 are not diagnostic.

CONCLUSIONS

The analysis of the Givetian and early Frasnian conodont sequence obtained from the Compte section (Spanish Pyrenees) allows its subdivision into nine Givetian standard conodont zones and two Frasnian zones (MN zones).

This section turns out to be one of the key sections worldwide for supporting the three-fold subdivision of the Givetian and for the future discussions on the Givetian–Frasnian boundary and on the evolution of the early species of *Ancyrodella*. Co-occurrence of conodonts from several biofacies augments

the correlation potential of this section and reinforces the correlative potential for other sections. In this context, the isochronous entry of *Sk. norrisi* and *M. falsiovalis* is remarkable as these are two different index taxa defining *norrisi* and *falsiovalis* zones, respectively, encompassing the uppermost part of the Givetian in different sections around the world.

The conodont ranges established observed in the Compte section allow to expand total stratigraphical ranges of several taxa, while confirming and expanding also the geographical distribution of others. The range of *I. regularicrescens* is extended upwards into the *P. rhenanus/varcus* Subzone. *P. dubius* appears in the Upper *varcus* Zone below its lowest currently assumed range in the *hermanni* Zone while *I. symmetricus* ranges down to the Upper *varcus* Zone. Records of *P. eiflii* confirm its range up to the *ansatus* Zone. The record of transitional specimens between *P. cristatus* and *Kl. disparilis*, supports the phylogenetic concept of Ziegler and Klapper (1982) and permits precise identification of the beginning of the “*disparilis* branch”, and therefore, of the nominal zone in the Compte succession. The highest record of *Sch. peracutus* in the *norrisi* Zone confirms that the taxon ranges higher than proposed by Klapper and Johnson (in: Johnson 1990, p. 941, fig. 52; see also Huddle, 1981, tab. 2). Finally, the notable presence of a high specific diversity of *Tortodus* in the upper part of the Middle *varcus* Zone also extends known ranges of particular taxa.

The Eifelian–Givetian boundary can not be currently identified in the Compte section.

Acknowledgements. This work represents a contribution to the IGCP-499 and has been partly supported by DAAD (J-C L) and the Alexander von Humboldt-Stiftung (JIV-R). S. Rodríguez (Madrid) and C. Martínez (Valencia) helped during different field campaigns. We thank the Forschungsinstitut Senckenberg for offering technical facilities during the processing of part of the conodont samples. The authors are grateful for the constructive comments of Dr. S. Aboussalam, Prof. P. Bultynck and Prof. T. Becker. Editorial comments by M. Narkiewicz are also appreciated.

REFERENCES

- ABOUSSALAM Z. S. (2003) — Das “Taghanic-Event” im höheren Mittel - Devon von West-Europa und Marokko. Münster. Forsch. Geol. Paläont., **97**.
- BAI S. L., BAI Z. Q., MA X. P., WANG D. R. and SUN Y. L. (1994) — Conodont zonation and correlation, bio-event and chemo-event, Milankovitch cycle and nickel-episode. In: Devonian Events and Biostratigraphy of South China; Beijing.
- BARDASHEV I. A. (1992) — Conodont Stratigraphy of Middle Asian Middle Devonian. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **154**: 31–84.
- BISCHOFF G. and ZIEGLER W. (1957) — Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. Abh. Hess. L.-Amt f. Bodenforsch., **22**.
- BOERSMA K. TH. (1973) — Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees. Leidse Geol. Med., **49**: 303–377.
- BRYANT W. L. (1921) — The Genesee Conodont with descriptions of New Species. Bull. of Buf. Soc. Nat. Sci., **13**.
- BULTYNCK P. (1986) — Accuracy and reliability of conodont zones: the *Polygnathus asymmetricus* “zone” and the Givetian–Frasnian boundary. Bull. Inst. Sc. Nat. Belg., Sc. Terre, **56**: 269–280.
- BULTYNCK P. (1987) — Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. Bull. Inst. Sc. Nat. Belg., Sc. Terre, **57**: 149–181.
- BULTYNCK P. (1989) — Conodont from a potential Eifelian/Givetian Global boundary Stratotype at Jbel Ou Driss, southern Ma’der, Morocco. Bull. Inst. Sc. Nat. Belg., Sc. Terre, **59**: 95–103.
- BULTYNCK P. (2003) — Devonian Icriodontidae: biostratigraphy, classification and remarks on paleoecology and dispersal. Rev. Micropaleont., **35** (3): 295–314.

- CARLS P. and GONG D. (1992) — Devonian and Early Carboniferous Conodonts from Shidian (Western Yunnan, China). *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg*, **154**: 179–221.
- CLAUSEN C. D., LEUTERITZ K. and ZIEGLER W. (1979) — Biostatigraphie und Lithofazies am Südrand der Elsser Mulde (hohes Mittel- und tiefes Oberdevon; Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). *Geol. Jb.*, **51**: 3–37.
- GARCÍA-ALCALDE J. L., ARBIZU M. A., GARCÍA-LÓPEZ S. and MÉNDEZ-BEDÍA I. ed. (1979) — Guidebook of the field trip meeting of the International Subcommittee on Devonian Stratigraphy. *Serv. Publ. Univ. Oviedo*, 1–14, I.
- GOUWY S. (2004) — The Graphic Correlation Method as a tool for integrated stratigraphy. Application to the uppermost Emsian-lowermost Famennian (Devonian) from the Ardenne Area (Belgium-N-France) and correlation with the eastern Anti-Atlas (Morocco) and the New York Area (N-America). Unpublished Ph. D Thesis. Catholic University of Leuven.
- GOUWY S. and BULTYNCK P. (2003) — Conodont based graphic correlation of the Middle Devonian formations on the Ardenne (Belgium): implications for stratigraphy and construction of a regional composite. *Rev. Esp. Micropaleont.* **35** (3): 315–344.
- HARTEVELT J. J. A. (1970) — Geology of the Upper Segre and Valira valleys, Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leidse Geol. Med.*, **45**: 167–236.
- HINDE G. J. (1879) — On conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale divisions of the Devonian, in Canada and the United States. *Geol. Soc. London, Quart. J.*, **35**: 351–369.
- HUDDLE J. W. (1934) — Conodonts from the New Albany Shale of Indiana. *Bull. Am. Paleont.*, **21** (72): 1–136.
- HUDDLE J. W. (1981) — Conodonts from the Genesee Formation in western New York. *U. S. Geol. Surv., Profesional Paper*, **1032B**.
- HÜNEKE H. (1995) — Early Devonian (Emsian) to Late Devonian (Famennian) stratigraphy and conodont of the Antoinettenweg section in the Lower Harz Mountain (Germany). *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg*, **188**: 99–131.
- IUDINA A. B. (1995) — Genus *Ancyrodella* succession in earliest Frasnian (?) of the northern Chernyshev Swell. *Geolines*, **3**: 17–20.
- IZOKH N. G., YOLKIN E. A. and BAKHAREV N. K. (2004) — Early Frasnian Conodonts from the Rudny Altai (West Siberia). *News Paleont. Strat.* **45** (6–7): 89–101.
- JI Q. and ZIEGLER W. (1993) — The Lali Section: An Excellent Reference Section for Upper Devonian in South China. *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg*, **157**.
- JOHNSON J. G. (1990) — Lower and Middle Devonian brachiopod-dominated communities of Nevada, and their position in a biofacies-province-realm model (with a section on Revision of Middle Devonian conodont zones, by G. Klapper and J. G. Johnson). *J. Pal.*, **64** (6): 902–941.
- KHALYMBADZHA V. G. and CHERNYSHEVA N. G. (1970) — Conodont genus *Ancyrodella* from Devonian deposits of the Volga-Kamsky area and their stratigraphic significance. *Biostratigraphy and paleontology of Paleozoic deposits of the eastern Russian Platform and western pre-Urals* (in Russian). *Kazan Univ.*, **1**: 81–103.
- KIRCHGASSER W. T. (1994) — Early morphotypes of *Ancyrodella rotundiloba* at the Middle-Upper Devonian boundary, Genesee Formation, west-central New York. In: *Studies in Stratigraphy and Paleontology in Honor of Donald W. Fisher* (ed. E. Landing). *New York State Mus. Bull.* **481**: 117–134.
- KLAPPER G. (1985) — Sequence in the conodont genus *Ancyrodella* in the Lower *asymmetricus* Zone (earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France. *Palaeontographica, Abteilung A*, **188**: 19–34.
- KLAPPER G. (1988) — The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession. In: *Devonian of the World* (eds. N. J. McMillan *et al.*). *Can. Soc. Petrol. Geol., Memoir*, **14** (3): 449–468.
- KLAPPER G. (1988) — Intent and Reality in Biostratigraphic Zonation: a reply to Sandberg, Ziegler, and Bultynck (1988). *Newsl. Stratigr.*, **19** (3): 179–183.
- KLAPPER G., FEIST R. and HOUSE M. R. (1987) — Decision on the boundary stratotype for the Middle/Upper Devonian Series Boundary; with comments by J. W. Cowie. *Episodes*, **10**: 97–101.
- KLAPPER G. and JOHNSON J. G. (1990) — Revision of Middle Devonian conodont zones. *J. Paleont.*, **64** (6): 902–941.
- KLAPPER G., PHILIP G. M. and JACKSON J. H. (1970) — Revision of the *Polygnathus varcus* Group (Conodonta, Middle Devonian). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **11**: 650–667.
- KLAPPER G. and PHILIP G. M. (1972) — Familial classification of reconstructed Devonian conodont apparatuses. In: *Symposium on conodont taxonomy*. (eds. M. Lindström and W. Ziegler). *Geol. Palaeont.; Sonderbd.*, **1**: 97–105.
- KLAPPER G. and ZIEGLER W. (1977) — Distribution of conodonts in Lower/Middle Devonian boundary beds of the Barradian. *Unpubl. Rep. Field Conference of the International Subcommittee on Devonian Stratigraphy*: 1–4; Prague
- KLEINEBRINKER G. (1992) — Conodonten Stratigraphie, Mikrofazies und Inkohlung im Mittel- und Ober-Devon des Bergischen Landes. *Geologisches Institut der Universität Köln, Sonderveröffentlichung*, **85**.
- LANE H. R., MÜLLER K. J. and ZIEGLER W. (1979) — Devonian and Carboniferous conodonts from the Perak Malaysia. *Geol. Palaeont.*, **13**, 213–226.
- LAZREQ N. (1999) — Biostratigraphie des conodontes du Givétien au Famennien du Maroc central — BiofaciPs et événement Kellwasser. *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg* **214**: 1–111.
- LIAO J.- C. and VALENZUELA-RÍOS J. I. (2005) — Lower Frasnian *Ancyrodella* (Conodontophorida) from the Spanish Pyrenees. *Devonian IGCP 499/SDS Conference in Siberia; Abstracts*: 93–94.
- LIAO J.- C. and VALENZUELA-RÍOS J. I. (2006) — Givetian and early Frasnian conodont biostratigraphy from Compte (Spanish Central Pyrenees). In: *Recognition of the Standard Zonation* (eds. M. Purnell, P. Donoghue, R. Aldridge and J. Repetski). *International Conodont Symposium, ICOS 2006, Leicester*.
- LIAO J.- C., VALENZUELA-RÍOS J. I. and RODRÍGUEZ S. (2001) — Descripción de los conodontos del Givetiense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses). *Col. Paleont.*, **52**: 13–45.
- LIAO J.- C., VALENZUELA-RÍOS J. I. and RODRÍGUEZ S. (2002) — Conodontos del Givetiense del Pirineo Central Español: Una visión preliminar. In: *XVIII Jorn. SEP y II Cong. Ibérico Paleontol* (eds. J. Civis and J.A. González Delgado): 64–65.
- MAWSON R. and TALENT J. A. (1989) — Late Emsian-Givetian Stratigraphy and Conodont Biofacies-Carbonate Slope and Offshore Shoal to Sheltered Lagoon and Nearshore Carbonate Ramp- Broken River, North Queensland, Australia. *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg*, **117**: 205–259.
- MEY P. H. W. (1967) — Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Paleozoic. *International Symposium on the Devonian System*, **2**: 1157–1166.
- MONTESINOS J. R. and SANZ-LÓPEZ, J. (1999) — Ammonoideos del Devónico Inferior y Medio en el Pirineo oriental y central. *Antecedentes históricos y nuevos hallazgos. Rev. Esp. Paleont.*, **n1 extraordinario**: 97–108.
- NORRIS A. W., UYENO T. T., SARTENAER P. and TELFORD P. G. (1992) — Brachiopod and conodont faunas from the Uppermost Williams Island Formation and Lower Long Rapids Formation (Middle, and Upper Devonian), Moose River Basin, Northern Ontario. *Geol. Surv. Canada, Bull.* **434**.
- ORR W. (1971) — Conodonts from Middle Devonian Strata of the Michigan Basin. *Indiana Geol. Surv. Bull.*, **45**: 1–110.
- RACKI G. and BULTYNCK P. (1993) — Conodont biostratigraphy of the Middle to Upper Devonian boundary beds in the Kielce area of the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.*, **43** (1–2): 1–25.
- SANDBERG C. A., HASENMUELLER N. R. and REXROAD C. B. (1994) — Conodont Biochronology, Biostratigraphy, and Biofacies of Upper Devonian Part of New Albany Shale, Indiana. *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg*, **168**: 227–253.
- SANDBERG C. A., ZIEGLER W. and BULTYNCK P. (1989) — New standard conodont zones and early *Ancyrodella* phylogeny across Middle-Devonian boundary. *Cour. Forsch.-Inst Senckenberg*, **110**: 195–230.
- SANZ LÓPEZ J. (1995) — Estratigrafía y bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico Superior-Carbonífero Inferior del Pirineos Oriental y Central. Unpublished Ph. D. Thesis. Univ. Barcelona.

- SPALLETA C. and PERRI M. C. (1998) — Givetian and Frasnian conodonts from the Pramasio 327 section (Carnic Alps, Italy). *Gior. Geol.*, Ser. 30, **60**, Spec. Issue, ECOS VII Southern Alps Field Trip Guidebook: 190–197.
- SPARLING D. R. (1999) — Conodont from the Prout Dolomite of north-central Ohio and Givetian (Upper Middle Devonian) Correlation Problems. *J. Paleontol.*, **73** (5): 892–907.
- UYENO T. T. (1967) — Conodont Zonation, Waterways Formation (Upper Devonian), north-eastern central Alberta. *Geol. Surv. Canada, Paper*, **67** (30).
- UYENO T. T. (1998) — Middle Devonian brachiopods, conodonts, stratigraphy, and transgressive-regressive cycle, Pine Point area, south of Great Slave Lake, District of Mackenzie, Nor. Geol. Surv. Canada, Bull. Geol. Surv. Canada, Bull., **522**: 146–191.
- VALENZUELA-RÍOS J. I. and LIAO J.-C. (2006) — Annotations to Devonian Correlation Table, R 357-360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. *Senck. Leth.*, **86** (1): 105–107.
- WANG C. Y. (1994) — Application of the Frasnian Standard Conodont Zonation in South China. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **168**: 83–130.
- WEARY D. J. and HARRIS A. G. (1994) — Early Frasnian (Late Devonian) Conodonts from the Harrel Shale, Western Foreland Fold-and-Thrust Belt, West Virginia, Maryland, and Pennsylvania Appalachians, U.S.A. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **168**: 195–225.
- WEDDIGE K. (1977) — Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. *Seck. Leth.*, **65**: 179–223.
- WIRTH M. (1967) — Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (Wespyrenäen) mit Hilfe von Conodonten. *N. J. Geol. Paläontol., Abh.*, **127** (2): 179–244.
- WITTEKINDT H. (1965) — Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.*, **9**: 621–646.
- ZIEGLER W. (1959) — Conodonten aus Devon und Karbon Südwesteuropas und Bemerkungen zur bretonischen Faltung (Montagne Noire, Massiv Mouthoumet, Span. Pyrenäen). *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*: 289–309.
- ZIEGLER W. (1965) — Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.*, **9**: 647–676.
- ZIEGLER W. (1971) — Conodont stratigraphy of the European Devonian. *Geological Society of America, Memoir*, **127**: 227–284.
- ZIEGLER W. and KLAPPER G. (1982) — The *disparilis* conodont zone, the proposed level for the Middle-Upper Devonian boundary. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **55**: 463–492.
- ZIEGLER W., KLAPPER G. and JOHNSON J. G. (1976) — Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (Conodonts, Middle-? Upper Devonian in Europe and North America. *Geol. Palaeont.*, **10**: 109–140.
- ZIEGLER W. and WANG C. -Y. (1985) — Sihongshan section, a regional reference section for the Lower-Middle and Middle-Upper Devonian Boundaries in East Asia. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **75**: 17–38.

LIAO, KÖNIGSHOF, VALENZUELA-RÍOS &

SCHINDLER 2008

BULLETIN OF GEOSCIENCES

Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian–Lower Frasnian; Pyrenees, N. Spain)

JAU-CHYN LIAO, PETER KÖNIGSHOF, JOSÉ I. VALENZUELA-RÍOS & EBERHARD SCHINDLER



Microfacies analysis combined with palaeontological studies on Middle to Upper Devonian marine carbonates exposed at the section Renanué in the Pyrenees, northern Spain, allow recognition of an open-shelf environment. Several eustatic changes through the Givetian and lower Frasnian are recorded, discriminated by detailed conodont control. A transgressive pulse represented by a deepening trend from an open-shelf setting to deep-shelf environment around the Lower-Middle Givetian transition is more likely related to a regional event. A second important transgression is present in the upper half of the Middle *varcus* Zone (Middle Givetian); its correlation with the Taghanic Event is still a matter of discussion. A third important transgressive pulse is recognized close to the Middle–Upper *varcus* Zone boundary [see above], still in the Middle Givetian. A paraconformity spanning from, possibly, already the Upper *varcus* Zone through, at least, the upper *disparilis* Zone precludes further analysis of paleoenvironmental development at the Renanué section. The reason for this lack of sediments is unknown, but bottom currents have been considered as the explanation for such gaps in similar deposits of, approximately, the same age in several European and Moroccan sequences. Finally, a transgressive trend is inferred from the uppermost Givetian into the lowermost Frasnian also recognizable by a change in conodont biofacies that took place at the basal part of the Frasnian and is represented by the absence of *Icriodus* and the arrival of *Klapperina* and *Mesotaxis*. • Key words: Middle–Upper Devonian, conodonts, microfacies analysis, sea-level curve, Spanish Pyrenees.

LIAO, J.-C., KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SCHINDLER, E. 2008. Depositional environment interpretation and development of the Renanué section (Upper Eifelian–Lower Frasnian; Pyrenees, N. Spain). *Bulletin of Geosciences* 83(4), 481–490 (4 figures). Czech Geological Survey, Prague. ISSN 1214-1119. Manuscript received July 4, 2007; accepted in revised form December 15, 2008; issued December 31, 2008.

Jau-Chyn Liao, Dpto. de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, E-28040 Madrid, Spain & Dpto. de Geología, Universitat de València, Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot, Spain; Jau.Liao@uv.es • José I. Valenzuela-Ríos, Dpto. de Geología, Universitat de València, Dr. Moliner 50; E-46100 Burjassot, Spain; Jose.I.Valenzuela@uv.es • Peter Königshof & Eberhard Schindler, Forschungsinstitut Senckenberg und Naturmuseum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main, Germany; peter.koenigshof@senckenberg.de, eberhard.schindler@senckenberg.de

The complexity of facies development and tectonics makes it difficult to understand the relationships among different Devonian stratigraphical sequences in the Pyrenees. The first attempt in arraying stratigraphical data in a more or less coherent set of units was presented by Mey (1967). This author recognized four mayor “facies areas” for the Devonian and Lower Carboniferous of the Central Pyrenees (Central, Southern, Northern and North-Pyrenean); they were further subdivided into major “sub-facies areas”; for instance, the Southern facies area was subdivided into the Sierra Negra, Baliera and Renanué subfacies areas; later Hartevelt (1970) added the Compte “subfacies area”. Major faults, “Cambro-Ordovician Domes” or large intrusive bodies separate these units. This initial subdivision has more or less maintained in subsequent works, but different

authors group the units of the Southern facies area in different ways (irrespective of the terminological change from “sub-facies area” to “Domains” proposed by Sanz-López, 2002). For the purpose of this paper the discussion will focus on the Sierra Negra, Baliera and Renanué “subfacies areas”, mainly in the latter.

Boersma (1973) was the first to change the subdivision proposed by Mey (1967) and to group the Sierra Negra and Baliera sub-facies into de Sierra Negra sub-facies s.l. He maintained the validity of the Renanué sub-facies. Subsequently, Zwart (1979, fig. 6) maintained the original subdivision of Mey between Sierra Negra and Baliera sub-facies, but called them “areas” within a larger Sierra Negra sub-facies. In this work, the original Renanué sub-facies is included into the Baliera area. The latter opinion was also

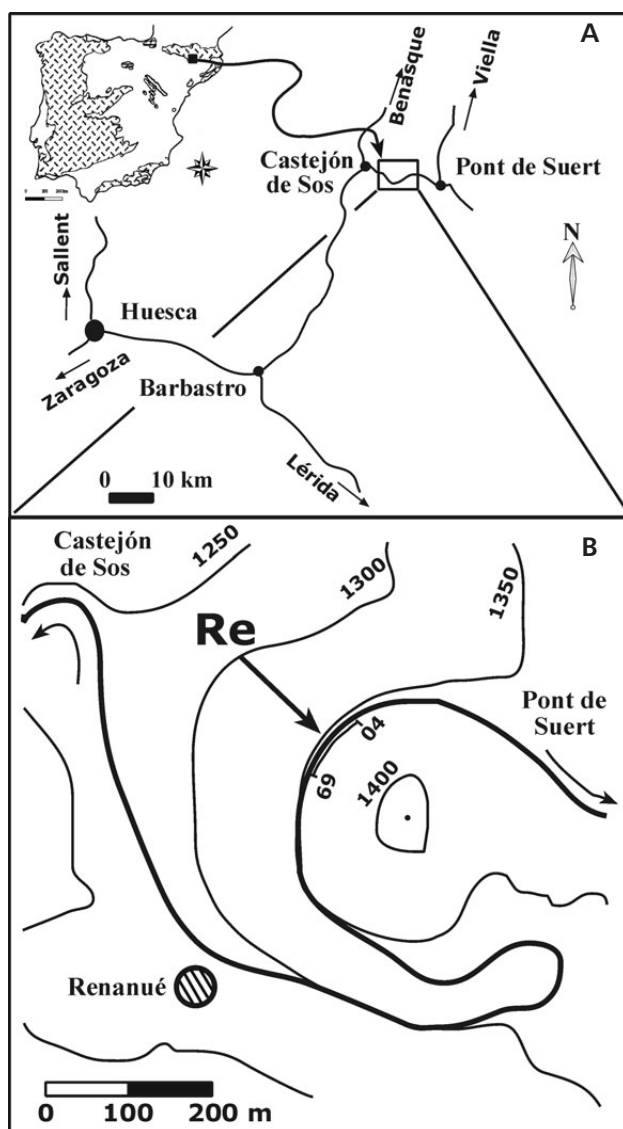


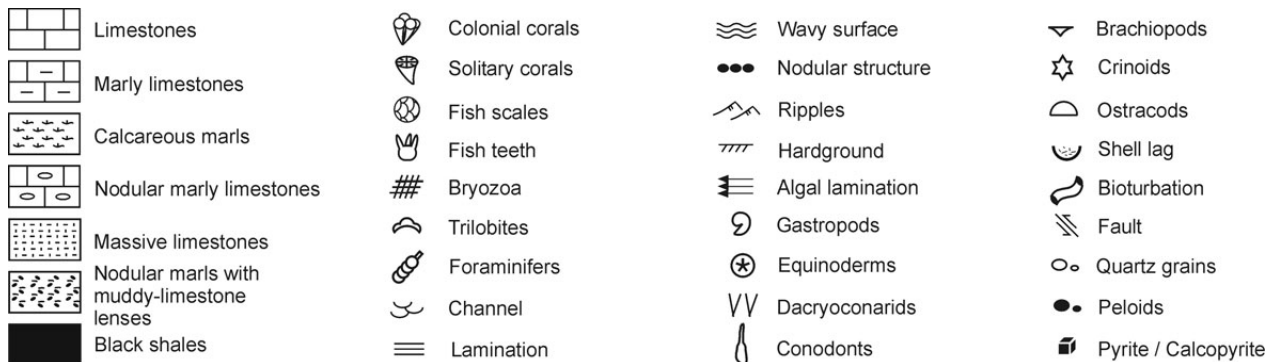
Figure 1. Location of Renanué section, Aragonian Pyrenees, N Spain: 04 and 69 are position of respective beds.

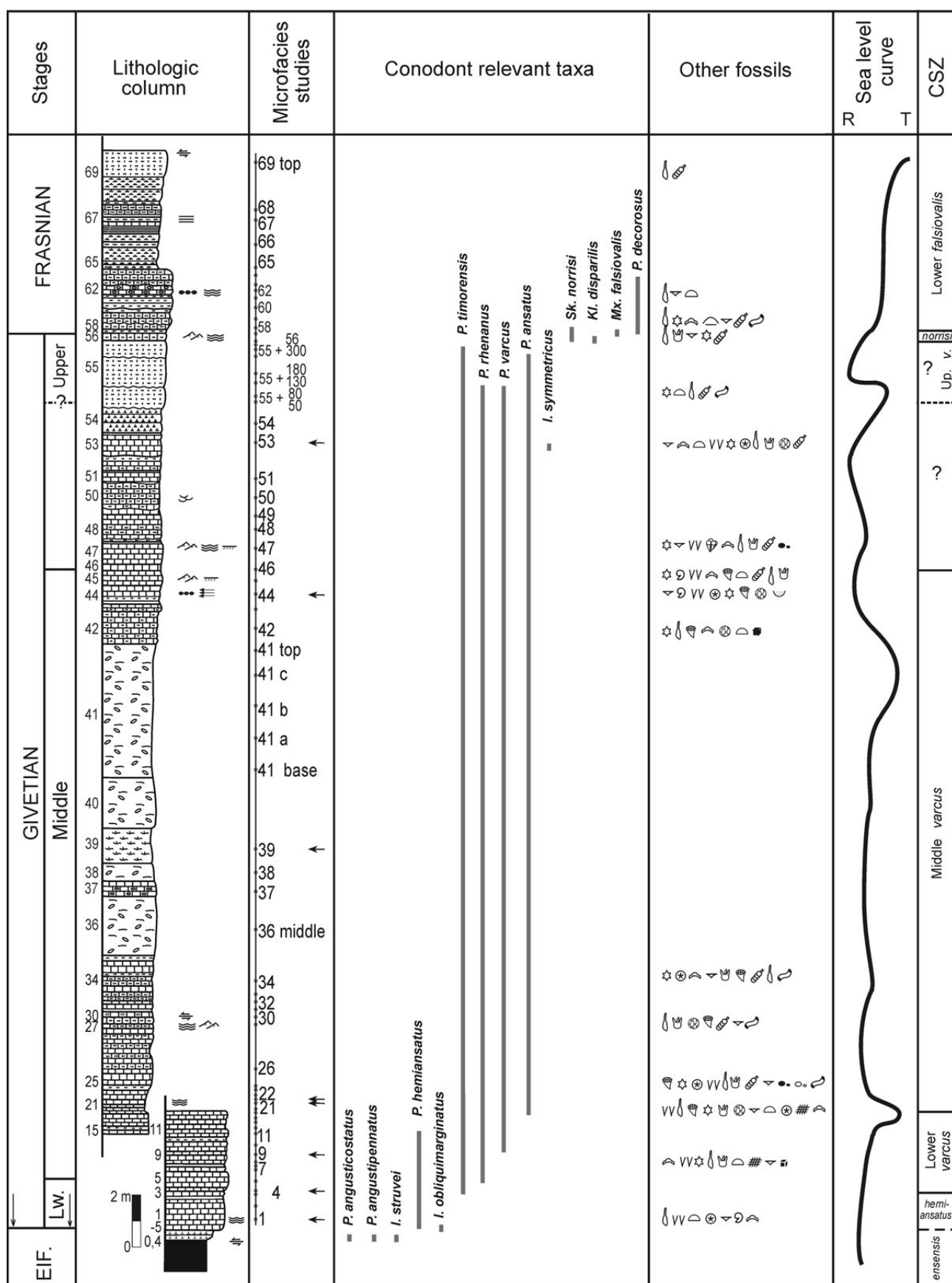
espoused by Valenzuela-Ríos & Sanz-López (2002) and Sanz-López (2002) where the Renanué Limestone (informal stratigraphical unit that includes the limestone rocks outcropping in the Renanué area) is placed above the Vilaller Formation in the Baliera area (or subdomain). However, the stratigraphical relationships between the Renanué Limestone in the Renanué area and the supposed underlying and overlying rocks of the Baliera unit are unknown. Moreover, the Renanué Limestone is not exposed in the tectonic unit represented by the Baliera area (Benásque Alpine Unit, Valenzuela-Ríos & Sanz-López 2002, fig. 6.14) but it does in the one represented by the Nogueras Unit, or better, the Nogueras Zone of Dalloni (1910). Most of the Devonian outcrops of the Nogueras Zone belong to a type of facies that was named by Hartevelt (1970) as the “Compte Subfacies”; however, the Middle and Upper Devonian rocks of the Renanué area do not belong to this subfacies; initially, because of the lithological features a different sub-facies term was coined “the Renanué sub-facies” (Mey 1967).

Above, we have already commented on the different attributions of this subfacies according to subsequent authors. In this paper we maintain the independence of these rocks from other sub-facies or (sub) domains; as they belong to a minor tectonic unit within the Nogueras Zone (the Laspaúles Block) and the stratigraphical relation to any of the previous sub-facies is unknown, we currently keep the original name of Mey (1967) for these strata in order to keep the nomenclatorial burden as low as possible. This has also been briefly explained by Valenzuela-Ríos & Liao (2006) who maintained the initial meaning of the Renanué sub-facies area, but with an up-date of the age of this unit.

The facts briefly presented above show the complexity of the Devonian stratigraphy in the Pyrenees; besides the problem of lithological assignment, the age of many rock-units is not known in detail. A general preliminary summary was presented in Valenzuela-Ríos & Sanz-López

Figure 2. Lithostratigraphic column of Renanué section with ranges of selected conodont taxa, levels with microfacies studies, sea-level curve and indication of other fossils. Legend of lithologic and paleontologic data. Abbreviations: CSZ – Conodont Standard Zonation, EIF. – Eifelian, Lw. – Lower, R – regression, T – transgression, Up. v. – Upper varcus.





(2002) and Sanz-López (2002) and up-dated for the “Southern facies area” by Valenzuela-Ríos & Liao (2006). These data provide important general information, but the needed details for attempting multidisciplinary studies aiming at the reconstruction and evolution of the different Devonian Pyrenean basins are still lacking. In undertaking such studies, we need to combine litho- and biofacies information, with chronostratigraphic control as detailed as possible and with the analysis of microfacies. We have just started such combined studies (Liao *et al.* 2005) and applied them to the Renanué section and here we present the results. The aim of this report is, therefore, to analyse the evolution of litho- and biofacies from the section Renanué and their comparison with sea-level changes.

Geographical setting

The section Renanué is located in a former limestone quarry on the national road N-260, approximately 1 km N of the village of Renanué (Fig. 1). The section consists of a basal shaly interval (4 m of dark shales with a few thin sandy lenses) that is followed by about 50 m of limestones with some intercalated marls (Fig. 2, 3); the contact between both lithologies is tectonised. Therefore, it is not easy to determine whether the dark shales represent the Kačák-otomari Event (Walliser 1984, 1985; House 1985). The age of the section spans from the upper Eifelian to the Lower Frasnian, and contains a sequence very rich in conodonts for some parts of the Givetian and Lower Frasnian, which has been preliminary reported by Liao *et al.* (2001).

Biostratigraphical outline

The basal limestone (sample Re'04, Fig. 2, 3) yielded *Polygnathus angusticostatus*, *P. angustipennatus* and *Icriodus struvei* (abundant). They indicate the uppermost Eifelian, *ensensis* conodont Zone. Besides, *P. pseudofoliatus* and *P. eiflii*, which span the Eifelian/Givetian boundary, have also been recorded in this sample.

The lowest occurrence of *P. hemiansatus* in bed Re(-5) 2 m above Re'04 indicates the base of the *hemiansatus* Zone, which coincides with the base of the Givetian. This taxon is accompanied in bed Re(-5) by *I. obliquimarginatus*, *P. pseudofoliatus*, *P. eiflii*, *P. xylus*, *P. ovatinodosus*, *P. linguiformis*, *P. l. weddigei* and *P. l. klapperi*.

The entry of *P. timorensis* in bed 3 marks the beginning of the *timorensis* Subzone of the Lower *varcus* Zone. The entry of *P. rhenanus* in bed 5 marks the beginning of the *rhenanus/varcus* Subzone. It is worth noting that the other index taxon (*P. varcus*) does not appear before bed 10. Further taxa that occur in the Lower *varcus* Zone in the

Renanué section are numerous specimens of *I. difficilis*, *I. regularicrescens*, *I. expansus* and a few specimens of *I. lindensis* and *I. brevis*.

The lowest entry of *P. ansatus* in bed 19 indicates the beginning of the Middle *varcus* Zone and, therefore, the beginning of the Middle Givetian. In this bed *I. eslaensis* is also recorded. *I. latericrescens latericrescens* is first recorded from bed 21.

Absence of *P. latifossatus* precludes recognition of the Middle/Upper *varcus* boundary; however, the highest record of *P. xylus ensensis* in bed 45 indicates that this bed still belongs to the Middle *varcus* Zone. Worldwide, most records of *P. rhenanus* do not reach the Upper *varcus* Zone; however, Aboussalam (2003) has reported from the Burgberg section (Rheinisches Schiefergebirge, Germany) one specimen from bed 41 that, without proper data, she assigned to the “*semi-alternans*-Zone?” Our last record of *P. rhenanus* comes from bed 55, suggesting that the Upper *varcus* Zone is close to this bed, probably above it, but lack of informative taxa precludes better precision between beds 46 and 55.

The lowest record of *Skeletognathus norrisi* in bed 56 together with *Klapperina disparilis* enables recognition of the uppermost Givetian *norrisi* Zone. Between these two records (beds 55 and 56), which are separated by 330 cm, eight samples were taken, but detailed zonation cannot be achieved; the only indirect valuable data is the highest record of *P. ansatus* in bed 55+336 suggesting that the uppermost part of 55 could belong to the upper *disparilis* Zone. The Givetian/Frasnian boundary is traced at the base of bed 57 with the occurrence of *Mesotaxis falsiovalis* and *P. decorosus*.

Microfacies analysis

The main parts of the Renanué section are composed of open-marine carbonates with subordinate marls. Common microfacies types are dark grey to light grey and even reddish mudstones and wackestones as well as some packstones, rudstones, calcarenites and grainstones. The limestones are generally thin to medium bedded and sometimes strongly bioturbated.

Because of the faulted contact at the top of the Eifelian black shale (*ensensis* Zone), description of microfacies samples starts slightly above this level (Fig. 2). Beds 1–12 are mainly composed of bioclastic wackestones (Fig. 4A, sample Re1) and rare packstones. The matrix commonly consists of micrite or pelmicrite and contains very small skeletal debris. Remains of brachiopods, ostracods, gastropods, conodonts, bryozoans and echinoderms are present in the wackestones. A packstone rich in styliolinid dactyloconarids occurs in the lower part of the section

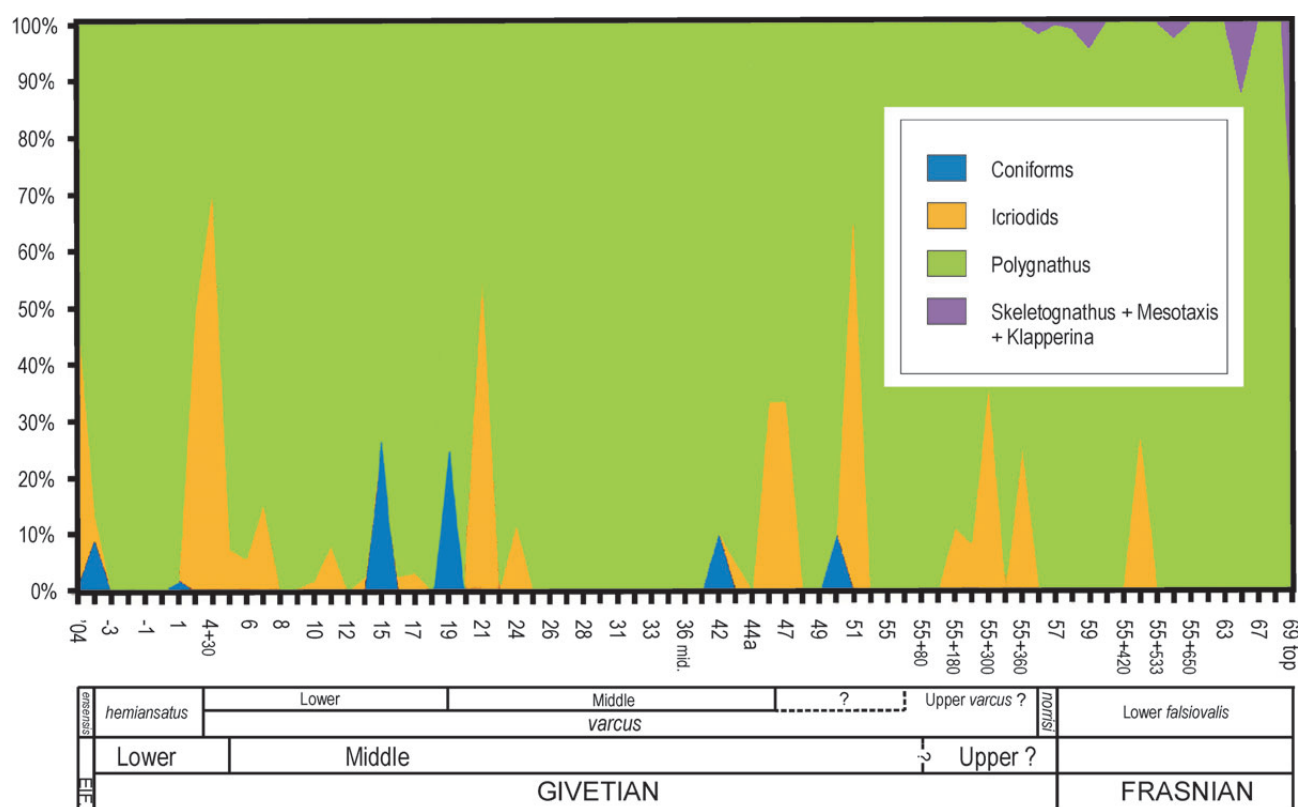


Figure 3. Conodont richness distribution (biofacies).

(Fig. 4B, sample Re4). The bioclastic mudstones and wackestones with variable fossil content – in some mudstones trilobites preferably occur (*e.g.*, Fig. 4C, sample Re9) – continue up to bed 16.

The fauna above bed 16 is more diverse, especially around the boundary of the Lower to Middle *varcus* Zone (Fig. 2). The overlying limestones are characterized mainly by wackestones similar to those described above. The microfauna is well preserved and dominated by trilobites, ostracodes, dactyloconarids and crinoids (Fig. 4D, sample Re21). The micritic matrix contains small skeletal debris and the sediment is poorly sorted. The overlying limestone (bed Re22) is also poorly sorted, but yields a more diverse fauna including reworked shallow water fauna, such as crinoid (Fig. 4E, sample 22). The overlying sequence (up to bed 41) is composed of calcisiltites (Fig. 4F, sample Re39), mudstones, and wackestones containing rare fauna which is also smaller-sized. The siliciclastic input in this part of the sequence increases, especially in beds 36 and 37 up to bed 41. From bed 42 onwards, well-bedded carbonates occur. The sample Re43 is dominated by poorly-sorted and fragmented bioclasts. In comparison to the underlying sequence the faunal diversity increases.

Within the upper half of the Middle *varcus* Zone bed 44 comprises an oncolite rudstone (Fig. 4G, sample Re44). The oncolites are produced by cyanobacteria and are millimeter-

to centimeter-sized, forming a grain-supported fabric. The shape of the oncolites (mainly ellipsoidal) is mainly controlled by the shape of the brachiopods (complete shells or shell fragments) and some gastropods. The irregular nobbly surface of the oncolites indicates no abrasion and/or long transport from their shallow-water origin (SMF 13, FZ 6). The next interval (beds 45–48) is characterized by pure limestones. In this part mainly grainstones occur, wackestones are subordinate. The intergranular pores of the grain-supported fabric is composed of micrit and calcite cement. The limestones are characterized by sharp erosional surfaces (*e.g.*, sample Re46). The interval from bed 49 to 52 contains mainly bioclastic wackestones and mudstones (SMF 3), partly bioturbated. The fauna is characterized by trilobites, ostracods, crinoids, gastropods and conodonts. The next limestone (bed 53) is an allochthonous bioclastic grainstone (SMF 5). The bioclasts are mainly formed by fragments of echinoderms and brachiopods (Fig. 4H, sample Re53). The following sequence is characterized by wackestones and calcarenites. The fossil content is low, only some trilobite fragments occur. After a gap spanning the *hermanni* to *disparilis* conodont zones in the uppermost part of the Givetian, the section continues with wackestones in the *norrisi* to *falsiovalis* conodont zones. At the base of the Early *falsiovalis* Zone wackestones with mainly pelagic fauna occur. In comparison to the faunal diversity in the

Middle Devonian, the fauna of the lowermost Upper Devonian is less diverse. In the Early *falsiovalis* Zone mainly wackestones with more pelagic fauna occur.

Conodont biofacies

In the Renanué section, the polygnathid conodont biofacies prevails throughout the Givetian and Lower Frasnian with values higher than 90% polygnathid conodonts in many samples; however, a few peaks of icriodont biofacies are present. In the uppermost Eifelian (sample Re'04) a mixed icriodontid-polygnathid (exactly 49.6% of both genera *Polygnathus* and *Icriodus*) biofacies occur. The conodont biofacies changes in the lowermost Givetian *hemiansatus* Zone which is characterized by a polygnathid biofacies (from 86.3% to 100% of the genera *Polygnathus*). The basal beds of the *timorensis* Zone are characterized by icriodontid biofacies. The conodont biofacies changes again in beds 15 and 16, where the number of *Polygnathus* is increasing, and in these beds the number of coniform elements (belodellids) is higher than 20% whereas that of icriodontids drops to less than 3%.

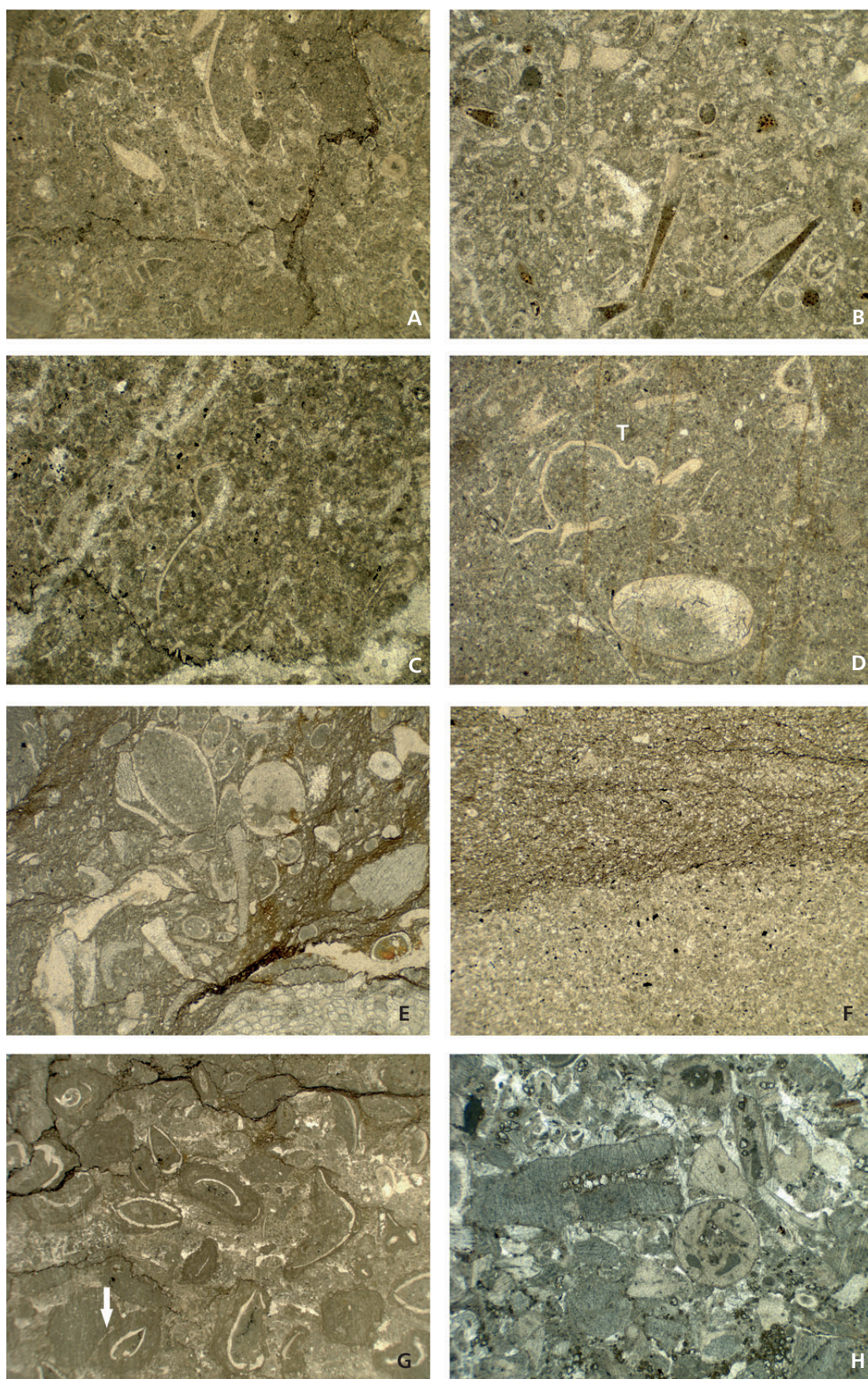
Beds 17–20 are characterized by the polygnathid biofacies, but rates and composition are variable; in beds 17 and 19 (bed 18 contains 100% *Polygnathus*) the dominant non-polygnathid elements are the coniform elements (9.7% and 24.6%, respectively). In bed 20 icriodontids (6.3%) are the only non-polygnathid elements. Bed 21, slightly above the Lower-Middle *varcus* Zone, shows a strong peak of icriodontids (56%). Above, the polygnathid biofacies is dominant with always more than 88% *Polygnathus* and many beds yield nothing else but this genus. Also the accompanying genera change a little; in bed 24, *Icriodus*

(11.8%) is the supplementary taxon, whilst in bed 42 *Belodella* is the concurrent taxon (up to 10.3%). Finally, in bed 43, *Icriodus* comes back, as accessory taxon (up to 5%). It is important to note that many beds of this interval (17–43) are very poor in conodonts: e.g., bed 31 (9.9 kg) yielded 11 specimens; bed 32 (5.3 kg) three specimens; 36 middle (7.4 kg) four specimens, which contrast highly with the richness of, for instance, bed 42 (5.5 kg) that yielded 300 specimens.

Bed 44 is also very poor in conodonts, and three consecutive samples totalizing 7.8 kg have only yielded one single specimen of *Polygnathus*. The polygnathid biofacies is dominant in beds 45–48, but records are too poor. Additional samples could easily change the picture; for instance, sample Re47 (7.3 kg) yielded two *Polygnathus* and one *Icriodus*. Insufficient conodont record continues, but there is an apparent shift in biofacies from bed 49 (100% polygnathids) to bed 51 that represents the icriodontid biofacies. But, as pointed out above, conodont numbers are still poor so the conodont biofacies interpretation is very limited in that part of the section.

From bed 56 onwards, the sequence is characterized by the polygnathid biofacies (many samples 100% *Polygnathus*), but there is a change in composition from the Givetian to Frasnian. Upper Givetian samples have *Icriodus* rates from 7.7–28.6% (beds 55+180–55+360); in the *norrisi* Zone *Icriodus* counts only for 0.2% and in the lower Frasnian the genus has completely disappeared. The main accompanying genus in some beds of the lowermost Frasnian of Renanué is *Klapperina* (2.8–12.5%). The last bed (69) represents also a slight shift in composition and ratio; the biofacies is made up by two genera *Polygnathus* and *Mesotaxis*, which have accounted 61.5% and 38.5%, respectively.

Figure 4. Microphotographs of selected thin sections (for location in the section see Fig. 2). • A – wackestone to packstone with abundant bioclasts from the lowermost part of the limestone succession of the Renanué section. The components consist mainly of micro-peloids and fragmented shells (brachiopods, gastropods) and to a lesser degree, crinoid remains. As no sedimentary structures indicating shallow-water conditions are present, the bed reflects quiet-water conditions (i.e., below storm wave base, SWB – outer shelf/ramp or upper slope, respectively). Sample Re1, width of field of view (FV) = 5 mm. • B – packstone with numerous dactyloconarids (longitudinal and cross sections). Ostracods and echinoderm fragments are also present. Some of the reworked dactyloconarid and crinoid bioclasts are filled with micrite – some contain very fine aggregates of iron oxide. Sample Re4; width of FV = 4 mm. • C – strongly recrystallized micritic mudstone/wackestone with rare bioclasts. Besides few crinoid fragments, cross sections of dactyloconarids of small spines of uncertain origin (?spiculae) and an isolated trilobite fragment are visible. As in Fig. 4B, some aggregates of iron oxide are present. Sample Re9; width of FV = 3 mm. • D – poorly sorted wackestone (slightly recrystallized) with well preserved trilobite (cross-section of a thorax segment [T]) and ostracods (geopetal visible in an ideal cross section). Sample Re21; width FV = 3 mm. • E – bioclastic wackestone/packstone with a diverse skeletal fragments of many different organisms, e.g., ostracods, brachiopods, crinoids (including a probable echinid spine – upper right of the center, bryozoans, trilobites). Sample Re22, width of FV = 4 mm. • F – well-sorted biolithoclastic calcisiltite rather distally deposited in an outer shelf environment. Little variation in accessory micrite is indicated by pressure solution sutures. Sample Re39; width of FV = 5 mm. • G – oncoid rudstone (SMF 13 after Flügel 2004). The cores of the oncoids are mainly consisting of brachiopods and rare gastropods. Some oncoids are compacted and dissolved (arrow lower left). Dark clay seems to have resulted from incipient pressure solution. Long-distance transport of the oncoids generated under shallow-water conditions can be excluded because of the preserved nobbly surface of the specimens. Deposition may have taken place close to the fair-weather wave base. Sample Re44; width of FV = 2.5 cm. • H – poorly sorted crinoidal grainstone, densely packed. Fragments often show pressure solution contacts between grains. Porosity was considerably reduced, and the remaining inter-particle space was filled by blocky marine calcite cement. Some of the crinoid ossicles were altered by microborings and micritized on the surface. Depositional environment can be assigned to SMF 5 (after Flügel 2004) on an upper slope near or above the fair-weather wave base. Sample Re53; width of FV = 7 mm.



Discussion

Open-marine carbonates were deposited over a wide range of settings from continental margins on drowned carbonate platforms to slopes and basins (*e.g.*, Tucker 1974, Wendt & Aigner 1985). The general depositional environment of the Renanué section based on sedimentary structures and microfacies predominantly belonging to an outer shelf setting (according to Wilson's modified Standard Facies Zones in Flügel 2004) with remarkable effects of changing biodiversity and microfacies, which might be the result of sea-level fluctuations.

Limestones of the uppermost Eifelian *ensensis* Zone are characterized by the icriodid-polygnathid biofacies. In contrast, the Givetian and Lower Frasnian conodont faunas represent the polygnathid biofacies with three main icriodid peaks, one at the base of the Lower *varcus* Zone (beds 3 and 4); a second one in the lower part of the Middle *varcus* Zone (Bed 21) and the third one in the upper half of the Middle Givetian (beds 51, 53); however, and due to inadequate conodont record in many beds, these data (especially the third main peak) have to be taken with caution. In the lowermost Frasnian there is a shift in the biofacies composition, the genus *Icriodus* is substituted by the genera *Klapperina* and *Mesotaxis*.

The Renanué section displays lithological and facies characters that allow sequence stratigraphic interpretations even though we have not analysed thin sections from each layer of the section (microfacies data are based on more than 90 thin sections). Abrupt facies changes occur always with the income of limestone beds, which can be interpreted as the beginning of single transgressive phases. Transgressive pulses from the Givetian have been also reported from more shallow-water environments in many other areas (*e.g.*, Bultynck 1982, Brett 1995, Brett *et al.* 1997). Remarkable changes within the Renanué section are documented by increasing faunal diversity. Some of these limestones consist of bioclast-rich grainstones which might indicate transgressive pulses, such as layer Re22 (Fig. 4E) that is placed around the Lower-Middle *varcus* zonal boundary. Whether this level represents a more local/regional or even an eustatic sea-level fluctuation is uncertain. The overlying units contain mainly wackestones and mudstones with an increase in siliciclastic material. The prominent sharply defined limestone interval (beds 42–47) shows an abrupt lithologic break reflecting a sudden episode in the upper half of the Middle *varcus* Zone. It starts with bed 42 probably echoing the beginning of a transgressional phase. The occurrence of reworked oncoid rudstones (Re44, Fig. 4G) can be correlated with a highstand deposit. T-R cycles have been identified in the *varcus* Zone up to the *falsiovalis* Zone (Johnson *et al.* 1985, Johnson & Sandberg 1988). It seems possible that bed 44 (upper part of the Middle *varcus* Zone) represents the main transgressive level which might be correlated

with the Taghanic Event (Johnson 1970, House 1985, Aboussalam 2003). A transgression at the base of the regional Taghanic Stage or at the base of the Tully Limestone (Middle *varcus* Zone) of New York was assumed to represent the main event level and a second transgression was placed at the top of the Tully Limestone (base of the Lower *hermanni* Zone). Bultynck (1982) also showed that significant transgressive pulses occurred in Belgium in the Middle *varcus* Zone at the base of the Fromelennes Formation. Another transgressive pulse could may be present close to the uppermost(?) part of the Middle *varcus* Zone or lower part of the Upper *varcus* Zone (bed 53; see above) where allochthonous bioclastic grainstones occur (similar to bed 22).

The uppermost part of the section includes a gap spanning significant parts of the Givetian (*hermanni* to *disparilis* zones, at least). Sedimentary rocks below can be characterized as calcarenites. Contourites is the generally accepted term for those sediments that have been deposited by and/or significantly affected by the activity of bottom currents (Stow *et al.* 2002). Such current-influenced pelagic lithofacies occur also in Devonian rocks and have been studied by Franke & Walliser (1983), Wendt *et al.* (1984), and Wendt (1991). The gap above those sediments in the Renanué section is constrained solely by conodont biostratigraphy. No sedimentological indications in the field or in thin sections such as hardgrounds and/or erosion surfaces have been found so far. The question arises: what might be the reason for that gap? Recently, Hüneke (2006) reported hiatuses in bottom-current deposits in pelagic and hemipelagic Devonian sequences in Morocco and Europe. It is interesting to note that Upper Givetian sections in the Harz Mountains have shown the same stratigraphic range of the gap (*hermanni* to *disparilis* zones) indicating a regional disconformity (Hüneke 1995, 1997). Hiatuses of the same stratigraphical level have been reported also from other regions, *e.g.*, in the Carnic Alps and the Rheinisches Schiefergebirge (Schönlaub 1985, House & Ziegler 1977, Aboussalam 2003). In comparison to their investigations it is possible that the paraconformity in the Renanué section might also be explained by considerable bottom-current influence on sedimentation. It remains questionable whether this pattern is connected with the second transgression of the Taghanic Event (Johnson 1970, House 1985, Aboussalam 2003), which was placed at the top of the Tully Limestone in the United States (base of the Lower *hermanni* Zone).

Conclusions

The general depositional environment of the Renanué section belongs to an open shelf with varying water depth. This interpretation is supported by the occurrence of mainly pelagic fauna, conodont biofacies and the dominant occur-

rence of wackestones, mudstones, calcisiltites and subordinate grainstones and rudstones (Fig. 2).

Most of the wackestones have been deposited in a deeper open shelf environment and/or on an intrabasinal swell, showing fine-grained matrix and strong bioturbation, which occurs in many of these limestones. The origin of the fine-grained matrix of the limestones can be explained as resulting from a breakup of macroskeletons. Although calcisiltites are common in shallow marine lime mud environments (Folk & Robles 1964), they also occur in deeper-water ramp, slope and basinal settings (Flügel 2004).

The Givetian biofacies (polygnathid dominant with three main icriodid peaks) contrast with those of the upper Eifelian (polygnathid-icriodid) and Lower Frasnian at Renanué. However, the third icriodid peak is based on very few specimens and impedes sound comparison with other data. The combination of micro- and biofacies data does not show a clear direct correlation between icriodid peaks and shallower water depth; this fact suggests that there is a need, at least, for a revision of such engraved concepts and for combined studies to test such inferences.

Progress on deciphering local T-P pulses are presented; their relation to global events and regional patterns needs further work and cannot be satisfactorily achieved yet. We have identified the following major transgressive pulses in the Renanué section (from oldest to youngest): 1) around the Lower/Middle *varcus* Zones; 2) within the Middle *varcus* Zone; 3) in Upper *varcus* Zone, but data here do not allow precise stratigraphic alignment and 4) in the Lower Frasnian.

The transgressive pulse in the Middle *varcus* approximately coincides in time with the beginning of the Taghanic event, but a direct correlation of both facts is still tentative.

The Upper Givetian paraconformity in the Renanué section and its global (or at least, supraregional) relations are still not well understood, and the possible explanations discussed above are still speculative.

Acknowledgements

This work has been partially founded by the DAAD and UNESCO/IUGS IGCP 499 (J.-C. L.), by the Alexander von Humboldt-Stiftung (J.I. V.-R.), and by the Spanish Research Project DGICT-BTE 2003-02065. We thank Mrs. Carmen Pueyo Castán and her family the hospitality during field-work. This is a contribution to IGCP 499, "Devonian land-sea interaction: evolution of ecosystems and climate" (DEVEC).

References

ABOUSSALAM, Z.S. 2003. Das "Thaganic-Event" im höheren Mittel-Devon von West-Europa und Marokko. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* 97, 1–332.

- BOERSMA, K.T. 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Central Spanish Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 49, 303–377.
- BRETT, C.E. 1995. Sequence stratigraphy, biostratigraphy, and taphonomy in shallow marine environments. *Palaios* 13, 241–262. DOI 10.2307/3515448
- BRETT, C.E., BAIRD, G.C. & VER STRAETEN, C.A. 1997. Middle Devonian (latest Eifelian-Givetian) cycles, sequences, and bio-events in the north-central appalachian basin. *International meeting on Cyclicity and Bioevents in the Devonian System. Program and Abstracts, Subcommission on Devonian Stratigraphy*, 21.
- BULTYNCK, P. 1982. Conodont succession and general faunal distribution across the Givetian-Frasnian boundary beds in the type area with contributions by Luc Jacobs. *Papers on Frasnian-Givetian boundary: Ministry of Economic Affairs, Administration of Mines, Geological Survey of Belgium*, 34–59.
- DALLONI, M.M. 1910. Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Annales Facultaire de Sciences de Marseille* 19, 1–144.
- FLÜGEL, E. 2004. *Microfacies of carbonate rocks*. 976 pp. Springer, Berlin & Heidelberg.
- FOLK, R.L. & ROBLES, R. 1964. Carbonate sands of Isla Perez, Alcaran Reef Complex, Yucatan. *Journal of Geology* 72(3), 255–292.
- FRANKE, W. & WALLISER, O.H. 1983. Pelagic carbonates in the Variscan belt – their sedimentary and tectonic environments, 77–92. In MARTIN, H. & EDER, F.W. (eds) *Intracontinental fold belts*. Springer, Berlin & Heidelberg.
- HARTEVELT, J.J.A. 1970. Geology of the Upper Segre and Valira valleys, Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 45, 167–236.
- HOUSE, M. 1985. Correlation of mid-Palaeozoic ammonoid evolutionary events with global sedimentary perturbations. *Nature* 313, 17–22. DOI 10.1038/313017a0
- HOUSE, M. & ZIEGLER, W. 1977. The goniatite and conodont sequences in the early Upper Devonian at Adorf, Germany. *Geologica et Palaeontologica* 23, 99–123.
- HÜNEKE, H. 1995. Early Devonian (Emsian) to Late Devonian (Famennian) stratigraphy and conodonts of the Antoinettenweg section in the Lower Harz Mountains (Germany). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 188, 99–131.
- HÜNEKE, H. 1997. Die Hercynkalke am Rande der Selke-Einheit (Harz) – Schrittweiser Übergang von neritischer Akkumulation zur pelagischen Kondensation während des Devons. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 205, 209–264.
- HÜNEKE, H. 2006. Erosion and deposition from bottom currents during the Givetian and Frasnian: Response to intensified oceanic circulation between Gondwana and Laurussia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology Palaeoecology* 234, 146–167. DOI 10.1016/j.palaeo.2005.09.033
- JOHNSON, J.G. 1970. Taghanic onlap and the end of North American provinciality. *Bulletin of the Geological Society of America* 81, 2077–2106. DOI 10.1130/0016-7606(1970)81[2077:TOATEO]2.0.CO;2

- JOHNSON, J.C., KLAPPER, G. & SANDBERG, C.A. 1985. Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. *Bulletin of the Geological Society of America* 96, 367–387.
DOI 10.1130/0016-7606(1985)96<567:DEFIE>2.0.CO;2
- JOHNSON, J.C. & SANDBERG, C.A. 1988. Devonian eustatic events in the western United States and their biostratigraphic responses. In MCMILLAN, N.J., EMBRY, A.F. & GLASS, D.J. (eds) *Devonian of the World, III. Canadian Society of Petroleum Geology Memoire 14*, 171–178.
- LIAO, J.-C., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & RODRÍGUEZ, S. 2005. Givetian and Lower Frasnian conodonts from Renanué (Aragón, Spanish Central Pyrenees). *15th International Senckenberg Conference, IGCP 421/SDS Meeting*, 65.
- LIAO, J.-C., KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SCHINDLER, E. 2005. Palaeoenvironmental and development of a Givetian section from the Aragonian Pyrenees (N. Spain). *International Conference "Devonian terrestrial and marine environments: from continent to shelf, Novosibirsk, July 25–August 09, 2005*, 96–97.
- MEY, P.H.W. 1967. Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Palaeozoic. *International Symposium on the Devonian System 2*, 1157–1166.
- SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Devonian and Carboniferous pre-Stephanian rocks from the Pyrenees, 367–389. In GARCÍA-LÓPEZ, S. & BASTIDA, F. (eds) *Palaeozoic conodonts from Northern Spain. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero 1*.
- SCHÖNLAUB, H.-P. 1985. Das Paläozoikum der Karnischen Alpen, 34–52. In SCHÖNLAUB, H.-P. (ed.) *Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt*. Geologische Bundesanstalt Österreich, Vienna.
- STOW, D.A.V., FAUGERES, J.C., HOWE, J.A., PUDSEY, C.J. & VIANA, A.R. 2002. Bottom currents, contourites and deep-sea sediment drifts: current state-of-the-art, 7–20. In STOW, D.A.V., PUDSEY, C.J., HOWE, J.A., FAUGERES, J.C. & VIANA, A.R. (eds) *Deep-water Contourite Systems: Modern Drifts and Ancient Series, Seismic and Sedimentary Characteristics, Geological Society of London Memoir 22*.
- TUCKER, E. 1974. Sedimentology of Palaeozoic pelagic limestones: the Devonian Griotte (southern France) and Cephalopodenkalk (Germany), 71–92. In HSÜ, K.J. & JENKINS, H.C. (eds) *Pelagic sediments: On Land and Under the Sea. International Association of Sedimentologists Special Publication 1*.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. & LIAO, J.-C. 2006. Annotations to Devonian Correlation Table, R 357-360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part. *Senckenbergiana lethaea* 86(1), 105–107.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SANZ-LÓPEZ, J. 2002. Pyrenees, 86–89. In GIBBONS, W. & MORENO, T. (eds) *The geology of Spain*. 649 pp. Geological Society of London, London.
- WALLISER, O.H. 1984. Geologic processes and global events. *Terra Cognita* 4, 17–20.
- WALLISER, O.H. 1985. Natural boundaries and Commission boundaries in the Devonian. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 75, 401–408.
- WENDT, J. 1991. Depositional and structural evolution of the Middle and Late Devonian on the northeastern margin of the Sahara Craton (Morocco, Algeria, Lybia), 2195–2210. In SALEM, M.J., SBETA, A.M. & BAKBAK, M.R. (eds) *The geology of Libya 6*. Elsevier, Amsterdam.
- WENDT, J. & AIGNER, T. 1985. Facies patterns and depositional environments of Palaeozoic cephalopod limestones. *Sedimentary Geology* 44, 263–300.
DOI 10.1016/0037-0738(85)90016-8
- WENDT, J., AIGNER, T. & NEUGEBAUER, J. 1984. Cephalopod limestone deposition on a shallow pelagic ridge: the Tafilalt Platform (Upper Devonian, eastern Anti-Atlas, Morocco). *Sedimentology* 31, 601–625.
DOI 10.1111/j.1365-3091.1984.tb01226.x
- ZWART, H.J. 1979. The geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen* 50, 1–74.

GINTER, LIAO & VALENZUELA-RÍOS 2008

ACTA GEOLOGICA POLONICA

New data on chondrichthyan microremains from the Givetian of the Renanué section in the Aragonian Pyrenees (Spain)

MICHAŁ GINTER¹, JAU-CHYN LIAO^{2,3} & JOSÉ IGNACIO VALENZUELA-RÍOS³

¹*Institute of Geology, University of Warsaw, Al. Żwirki i Wigury 93; PL-02-089 Warszawa, Poland.*

E-mail: m.ginter@uw.edu.pl

²*Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense,*

E-28040 Madrid, Spain. E-mail: Jau.Liao@uv.es

³*Departamento de Geología, Universitat de València, Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot, Spain.*

E-mail: Jose.I.Valenzuela@uv.es

ABSTRACT:

GINTER, M., LIAO, J-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.-I. 2008. New data on chondrichthyan microremains from the Givetian of the Renanué section in the Aragonian Pyrenees (Spain). *Acta Geologica Polonica*, **58** (2), 165-172. Warszawa.

The continued investigations on the Middle Devonian part (Givetian, Middle through Upper *Polygnathus varcus* conodont Zones) of the section near the Renanué village in the Aragonian Pyrenees, Spain, brought twelve teeth of chondrichthyan taxa typical of the so-called “*Omalodus* shark assemblage” (*Omalodus grabaui*, *Phoebodus fastigatus*, *Ph. sophiae*, and probably *Antarctilamna* sp., the first record of *Antarctilamna* from the Givetian of Europe) previously known from a few places in Laurussia and North Gondwana. This taxonomic composition resembles the most that of the North Evans Limestone from New York. The species represent three different families and orders: Omalodontidae nov. (Omalodontiformes), Phoebodontidae (Phoebodontiformes), and Antarctilamnidae nov. (Antarctilamniformes nov.). In addition to the teeth of the listed taxa, several chondrichthyan scales of the “ctenacanth” type were found.

Key words: Chondrichthyans; Taxonomy; Devonian; Givetian; Pyrenees.

INTRODUCTION

Last year, we published the first report on chondrichthyan microfossils (LIAO & al. 2007, see for geological setting) found from the lower part of the section exposing Givetian and Frasnian rocks near the Renanué village in the Aragonian Pyrenees, Spain (Text-fig. 1A, B). That report presented shark teeth, all of which were tentatively identified as representing *Phoebodus fastigatus* GINTER & IVANOV, 1992, as well as four types of scales and denticles, from the Lower

Polygnathus varcus and the basal part of Middle *varcus* conodont Zones. The present study deals with the Middle *varcus* and an interval of unresolved age between the Middle and Upper *varcus* Zones of the same section (Text-fig. 1C). The collection obtained by chemical preparation consists of teeth, most probably of four species from three different chondrichthyan orders; ctenacanth-like compound scales; and a mucous membrane denticle.

All the material is stored at the Museo de Geología, Universitat de València (MGUV).

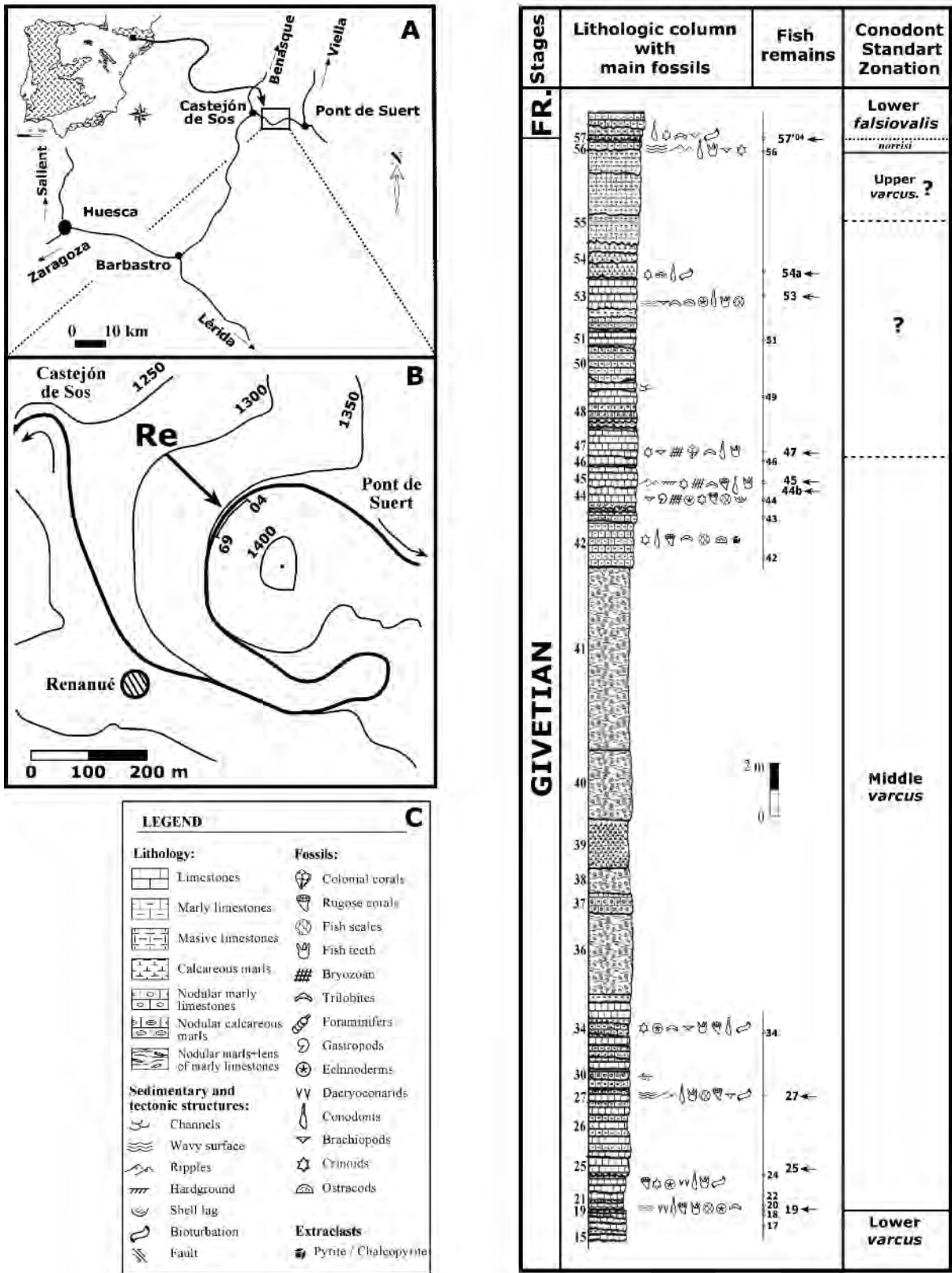


Fig. 1. A, B – Geographical setting of the Renanué section, C – Stratigraphic column of the studied interval of the Renanué section with relevant biostratigraphical and sedimentological data

SYSTEMATIC DESCRIPTION

Class Chondrichthyes

Order Omalodontiformes TURNER, 1997

REMARKS: The feature which distinguishes omalodontiforms from all other Devonian sharks is the development of a tooth-base which is devoid of a lingual extension, but is composed either of a subrectangular root directly underlying the crown (Aztecodontidae HAIRAPETIAN & GINTER in HAIRAPETIAN & *al.* 2008, this volume), or forming a labially directed lobe (Omalodontidae nov.). The omalodontiform crown is usually diplodont, with one main lateral cusp slightly or obviously larger than the other (except for *Omalodus*). The space between the lateral cusps may be smooth (*Portalodus*), or there may be a few intermediate cusplets (*Omalodus*, *Doliodus*, and *Manberodus*) or a kind of crenulation (*Aztecodus*).

Omalodontiforms, except for the problematic *Siberiodus*, seem to have become extinct not later than the early Frasnian and apparently the basal structure of this type has never reappeared.

Family Omalodontidae nov.

REFERRED GENERA: *Omalodus* GINTER & IVANOV, 1992; *Portalodus* LONG & YOUNG, 1995; *Doliodus* TRAQUAIR, 1893.

DIAGNOSIS (only dental characters): Omalodontiforms whose tooth-base is devoid of a lingual extension and forms a labially-aborally directed lobe.

REMARKS: Studies on *Doliodus*, the only omalodontid known from partly articulated specimens (MILLER & *al.* 2003, TURNER 2004; MAISEY, presentation at the Early Vertebrates – Lower Vertebrates conference in Uppsala, 2007), indicate that omalodontid teeth stuck to each other very closely in the tooth-families and were situated on a calcified (?), highly curved band (dental membrane). Both *Portalodus* and *Omalodus* are known only from dispersed teeth, however, so it seems that a permanent, mineralised connection between adjacent tooth bases did not exist.

Genus *Omalodus* GINTER & IVANOV, 1992

TYPE SPECIES: *Omalodus grabau* (HUSSAKOF & BRYANT, 1918)

Omalodus grabau (HUSSAKOF & BRYANT, 1918)
(Text-figs 2A-D)

MATERIAL AND OCCURRENCE: Two teeth, from bed Re 27 (Middle *varcus*) and from bed Re 54a (Middle or Upper *varcus*).

DESCRIPTION: The older tooth, MGUV 5891 from Re 27 (Text-figs 2A, B) is tricuspid, with an almost perfectly preserved crown (only the tip of a lateral cusp is broken) and squarish base. The younger tooth, MGUV 5892 from Re 54a (Text-figs 2C, D), somewhat abraded, has six cusps: three larger main cusps, two intermediate cusplets growing from the internal sides of lateral cusps and yet another cusplet on a side of the median cusp. This form is very similar to Middle Devonian specimens illustrated by GROSS (1973, pl. 34, fig. 23) from Iowa, and by WELLS (1944, pl. 3, figs 24, 25) from Kentucky. Tricuspid *Omalodus* teeth, together with pentacuspid specimens, occur in the type series of *O. grabau* from the Givetian/Frasnian boundary beds of New York (HUSSAKOF & BRYANT 1918).

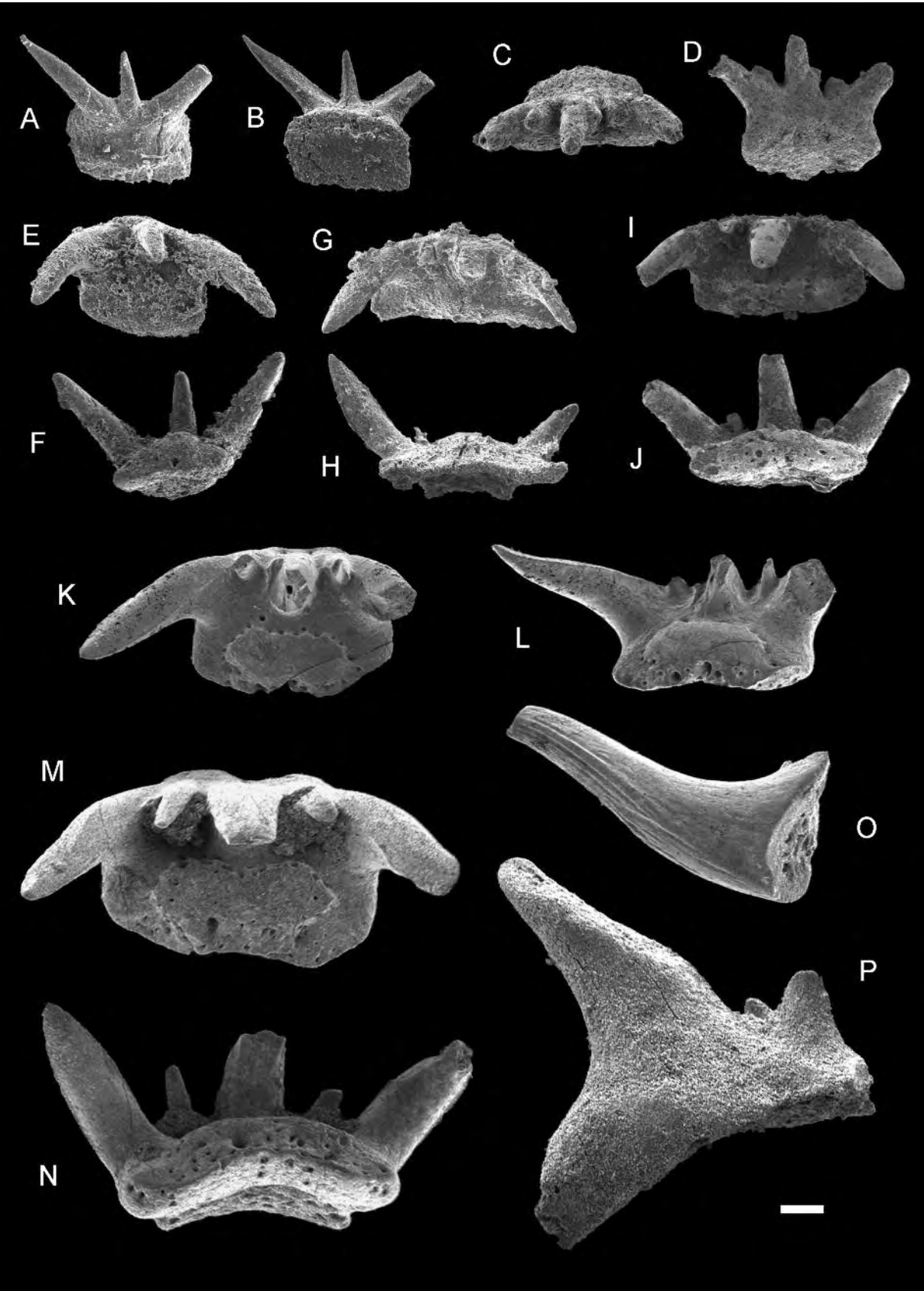
REMARKS: To date, three species have been referred to *Omalodus*, namely *Dittodus grabau* HUSSAKOF & BRYANT, 1918, *Phoebodus ? bryanti* WELLS, 1944, and *Omalodus schultzei* HAMPE, ABOUSSALAM & BECKER, 2004. It is highly likely that these three forms are conspecific. When establishing the genus *Omalodus*, GINTER & IVANOV (1992) were not aware of the morphological similarities between *D. grabau* and *O. bryanti* (then indicated as the type species), despite the suggestion by WELLS (1944, p. 140-141) that "... very small specimens of [*Dittodus grabau*] resemble *P. ? bryanti* closely...". The resemblances were finally revealed by TURNER (1997) in her revision of the HUSSAKOF and BRYANT collection in Buffalo, New York. Furthermore, the diagnosis of *O. schultzei* given by HAMPE & *al.* (2004), establishes no clear differences between this species and the others formerly assigned to *Omalodus*.

Order Phoebodontiformes GINTER, HAIRAPETIAN & KLUG, 2002

Family Phoebodontidae WILLIAMS in ZANGERL 1981

Genus *Phoebodus* ST. JOHN & WORTHEN, 1875

TYPE SPECIES: *Phoebodus sophiae* ST. JOHN & WORTHEN, 1875



Phoebodus fastigatus GINTER & IVANOV, 1992
(Text-figs 2E-H)

MATERIAL AND OCCURRENCE: Three teeth from beds Re 19, Re 25, and Re 27, lower part of the Middle *varcus* Zone.

REMARKS: The teeth are referred to here as *Ph. fastigatus* only because of their small size, delicate cusps, and rounded rather than oval orolingual button. There is no clear-cut distinction between them and the large teeth attributed here to *Ph. sophiae*, so they may simply be juvenile teeth of the latter. Particularly the specimen MGUV 5893 (Text-figs 2E, F), with its squarish and relatively thick base, looks more like *Ph. sophiae* in spite of its circular button. The problem with distinction between the teeth of *Ph. fastigatus* and juvenile teeth of *Ph. sophiae*, and thus the validity of these two species, was extensively treated by LIAO & *al.* (2007).

Phoebodus sophiae ST. JOHN & WORTHEN, 1875
(Text-figs 2I-O)

MATERIAL AND OCCURRENCE: Three teeth from beds Re 47, Re 53, and Re 54a, imprecisely dated Middle-Upper *varcus* interval, and an isolated cusp from sample Re 45, Middle *varcus* Zone.

DESCRIPTION: The almost complete teeth (MGUV 5995, 5896, 5897, Text-figs 2I-N) are of three sizes: basal width 0.8, 0.9 and 1.2 mm, respectively. The bases are gently convex, rectangular, laterally elongated, but in no point wider than the foot of the crown. The orolingual button is oval, laterally elongated, slightly compressed labio-lingually at the midline, particularly in the largest tooth. The basolabial projection is distinct, arcuate, labially convex, with lateral ends more prominent than the middle part. The presence of the typical phoebodont cusp MGUV 5898 from Re 45 (Text-fig. 2O), twice larger than the largest cusps in the complete teeth, shows that there also occurred teeth of the size typical of *Ph. sophiae* (i.e. base width about 2 mm; e.g., GINTER 2004, fig. 2K, L).

REMARKS: Although generally the phoebodont teeth have single, undivided buttons, the compression in the middle is not quite uncommon in individual teeth. It was observed in *Phoebodus rayi* (GINTER & TURNER 1999, fig. 4J-K), *Ph. politus* (NEWBERRY 1889, pl. 27, fig. 27a), and recently in a yet unpublished tooth of *Ph. sophiae* from the Frasnian of Iran (V. HAIRAPETIAN, personal communication).

Order Antarctilamniformes nov.

REFERRED FAMILIES: Antarctilamnidae nov.; Coronodontidae HARRIS, 1951.

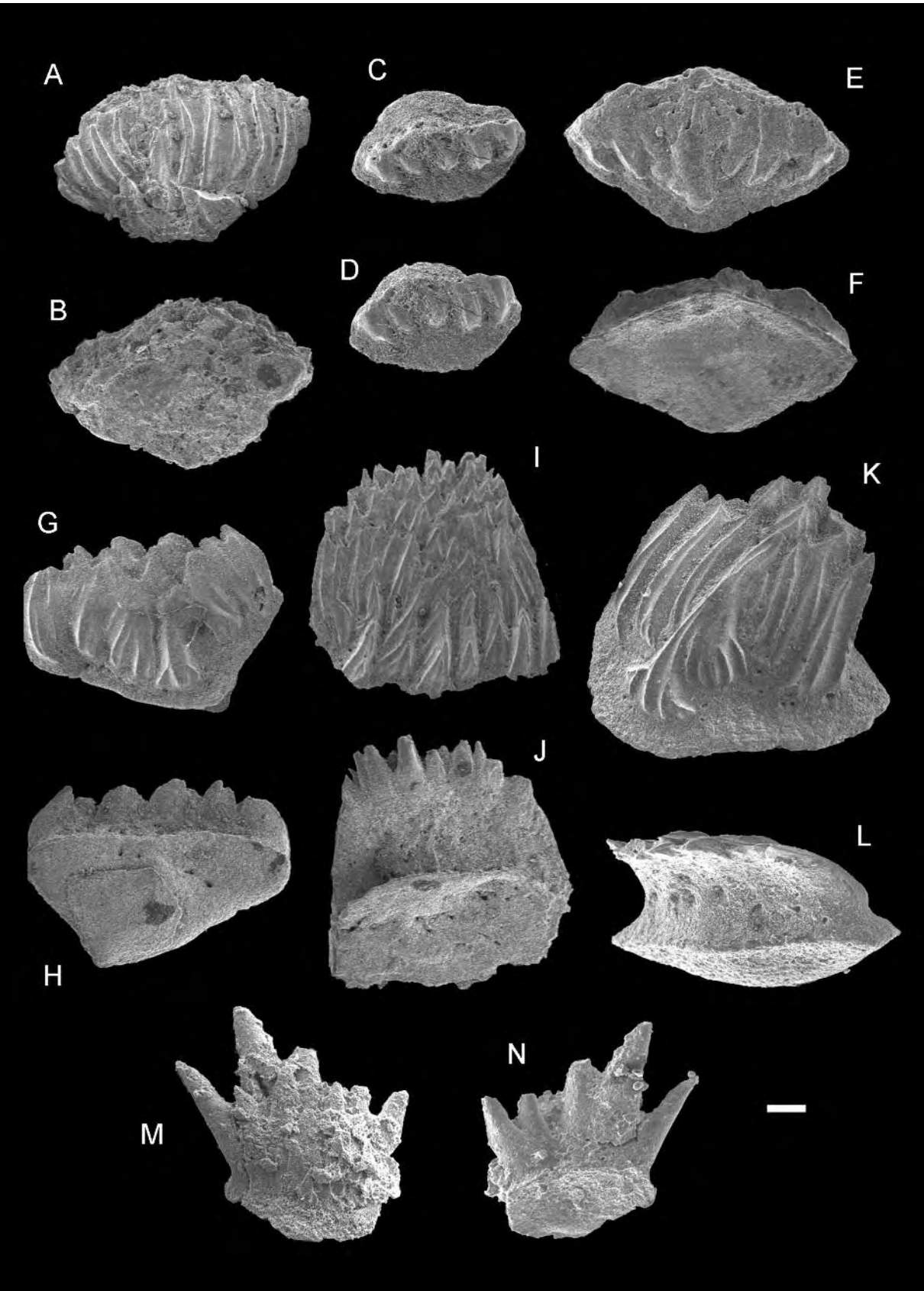
REMARKS: This order is proposed here for sharks, thus far known only from the Middle-Upper Devonian, whose teeth are characterised by lingually directed, broad bases and diplodont crowns (i.e. composed of two large main lateral cusps and a variable number of smaller intermediate cusplets). Traditionally, these sharks have often been grouped together with the Xenacanthiformes (EASTMAN 1899, YOUNG 1982, LONG & YOUNG 1995). However, the presence of a thick and short ornamented fin spine in *Antarctilamna*, differing in structure from a xenacanth spine, and a substantial time gap between the last occurrence of the Antarctilamniformes (upper Frasnian) and the first representative of the Xenacanthiformes (Mississippian) suggest that these two groups of diplodont sharks should be separated (GINTER 2004).

Family Antarctilamnidae nov.

REFERRED GENERA: *Antarctilamna* YOUNG, 1982; *Wellerodus* TURNER, 1997.

DIAGNOSIS (only dental characters): The antarctilamnid tooth-bases are lingually directed, usually broad, from oval to trapezoidal with the wider lingual side, and provided with an oval articular boss. The two main lateral cusps are triangular in labial view, labio-lingually compressed, and may or may

Fig. 2. Chondrichthyan teeth from the Givetian, Middle to Upper *varcus* Zones of Renanué, Aragonian Pyrenees, Spain. A-D – *Omalodus grabaui* (HUSSAKOF & BRYANT, 1918); A, B – MGUV 5891 from Re 27 bed, in oral/labial and aboral/lingual views; C, D – MGUV 5892 from Re 54a, in oral and lingual views. E-H – *Phoebodus fastigatus* Ginter & Ivanov, 1992; E, F – MGUV 5893 from Re 19/00, in oral and lingual views; G, H – MGUV 5894 from Re 27, in oral and lingual views. I-N – *Phoebodus sophiae* St. John & Worthen, 1875; I, J – MGUV 5895 from Re 47, in oral and lingual views; K, L – MGUV 5896 from Re 53, in oral and lingual views; M, N – MGUV 5897 from Re 54a, in oral and lingual views. O – Broken cusp of *Phoebodus* sp., MGUV 5898, from Re 45, in lateral view. P – A half of *Antarctilamna*? sp. tooth, MGUV 5899, from Re 25, in lingual view. Scale bar = 0.5 mm



not be slightly sigmoidal at the ends. There are no more than five (usually one or three) smaller cusps in between, the median cusp being larger than the intermediate cusplets. The labial face of the main cusps is ornamented with straight to spiral cristae whose number and form depend on the width and direction of the cusps.

Genus *Antarctilamna* YOUNG, 1982

TYPE SPECIES: *Antarctilamna prisca* YOUNG, 1982

Antarctilamna? sp.
(Text-fig. 2P)

MATERIAL AND OCCURRENCE: A half of a very abraded tooth MGUV 5899 from sample Re 25, lower part of the Middle *varcus* Zone.

REMARKS: The identification of this tooth is only tentative, because the ornamentation and total shape of the cusps, the form of the base and articulation devices, are unknown. However, the assumed great difference in size between the lateral and median cusp, the relatively broad basal part of the lateral cusp and its strong labio-lingual compression suggest that the tooth belongs to the *Antarctilamnidae*. The occurrence of the minute intermediate cusplet indicates rather *Antarctilamna* than *Wellerodus*, although differences between these two genera are problematic (GINTER 2004, p. 476-478). The tooth is rather small for an antarctilamnid. Its restored base width (about 2.5 mm) fits rather in the size range of *Phoebodus sophiae* than of known antarctilamnids (usually 5-10 mm), so there is a potential option that it is only a curiously abraded phoebodont.

However, if correctly classified, this would be the first example of an *Antarctilamna*-like tooth from the Givetian of Europe. Although originally the genus was described from Gondwana, the finding is not unexpected for the Laurussian realms. *Antarctilamna* and *Wellerodus* were known from the Givetian/Frasnian boundary beds of New York, originally under the names of *Diplodus* or *Dittodus* (see review by TURNER 1997; GINTER & *al.* 2006) and *Wellerodus*-

like teeth were recorded from the Frasnian of Poland (GINTER 2004).

Chondrichthyan scales and denticles

The absolute majority of obtained dermal elements (MGUV 5940-5945, Text-figs 3A-L) belong to the Type 1 *sensu* LIAO & *al.* (2007, see for description), i.e. represent body scales of the compound “ctenacanth” type of REIF (1978). Such scales are often associated with phoebodont teeth (GINTER & TURNER 1999). Only one element (MGUV 5946, Text-figs 3M-N), composed of irregularly placed conical cusps, can be tentatively identified as a mucous membrane denticle.

FINAL REMARKS

The scarcity of the material (12 shark teeth in about 10 m bed-by-bed sampled section, even if unfossiliferous parts are counted out) precludes any statistical analysis of taxonomic composition. Nevertheless, it seems interesting, that in the Lower *varcus* Zone of the Renanué section we encountered only phoebodonts (13 teeth from just a few metres; LIAO & *al.* 2007) whereas the upper part of the section yielded a more diverse set of Givetian sharks, called by IVANOV & DERYCKE (1999) “the *Omalodus* shark assemblage” (*Phoebodus fastigatus*, *Ph. sophiae*, *Omalodus grabau*) with the occasional addition of antarctilamnids already known from several places in the world (New York, Poland, Morocco). Further investigations in this and similar sections are required to reveal whether it is only an incidental result or a real fact of diversity increasing towards the end of Givetian *varcus* Zone.

Acknowledgements

This work is a contribution to IGCP 499 “Devonian land-sea interaction: evolution of ecosystems and climate” and has been partially supported by DAAD (J.-C. L) and the Alexander von Humboldt-Stiftung (J. I. V-R). We thank Roberto VALENZUELA for help in the initial sampling, including important bed 25, and M. Carmen PUEYO CASTÁN and her family for their hospitality.

Fig. 3. A-L – Compound chondrichthyan scales Type 1 *sensu* LIAO & *al.* (2007) from the Givetian, Middle to Upper *varcus* Zones of Renanué, Aragonian Pyrenees, Spain; A, B – MGUV 5940 from Re 53, in coronal and basal views; C, D – MGUV 5941 from Re 19/00, in coronal and coronal/anterior views; E, F – MGUV 5942 from Re 54a, in coronal and basal views; G-L, from Re 44b; G, H – MGUV 5943 in coronal and basal views; I, J – MGUV 5944 in coronal and basal views; K, L – MGUV 5945 in oblique anterior and posterior views. M, N – Chondrichthyan mucous membrane denticle?, MGUV 5946, from Re 27. Scale bar = 0.5 mm

REFERENCES

- EASTMAN, C. R. 1899. Descriptions of new species of *Diplo-*
dus teeth from the Devonian of Northeastern Illinois.
Journal of Geology, **7**, 489-493.
- GINTER, M. 2004. Devonian sharks and the origin of Xenacanthiformes. In: G. ARRATIA, M. V. H. WILSON & R. CLOUTIER (Eds), Recent Advances in the Origin and Early Radiation of Vertebrates. Honoring Hans-Peter Schultze, pp. 473-486. *Friedrich Pfeil*; München.
- GINTER, M., CLOUTIER, R. & MAISEY, J.G. 2006. East Gondwana sharks found in the Devonian of New York. In: M. PURNELL, P. DONOGHUE, R. ALDRIDGE & J. REPETSKI (Eds), International Conodont Symposium, Leicester 2006. Programme & Abstracts, p. 33.
- GINTER, M., HAIRAPETIAN, V. & KLUG, C. 2002. Famennian chondrichthyans from the shelves of North Gondwana. *Acta Geologica Polonica*, **52**, 169-215.
- GINTER, M. & IVANOV, A. 1992. Devonian phoebodont shark teeth. *Acta Palaeontologica Polonica*, **37**, 55-75.
- GINTER, M. & TURNER, S. 1999. The early Famennian recovery of phoebodont sharks. *Acta Geologica Polonica*, **49**, 105-117.
- GROSS, W. 1973. Kleinschuppen, Flossenstacheln und Zähne von Fischen aus europäischen und nordamerikanischen Bonebeds des Devons. *Palaeontographica Abteilung A*, **142**, 51-155.
- HAIRAPETIAN, V., GINTER, M. & YAZDI, M. 2008. Early Frasnian sharks from central Iran. In: M. GINTER (Ed.) Evolution and diversity of chondrichthyans. *Acta Geologica Polonica*, **58**, 173-179.
- HAMPE, O., ABOUSSALAM, Z.S. & BECKER, R.T. 2004. *Omalodus* teeth (Elasmobranchii: Omalodontida) from the northern Gondwana margin (middle Givetian: *ansatus* conodont Zone, Morocco. In: G. ARRATIA, M.V.H. WILSON & R. CLOUTIER (Eds), Recent Advances in the Origin and Early Radiation of Vertebrates. Honoring Hans-Peter Schultze, pp. 487-504. *Friedrich Pfeil*; München.
- HUSSAKOF, L. & BRYANT, W. 1918. Catalog of the fossil fishes in the museum of the Buffalo Society of Natural Sciences. *Buffalo Society of Natural Sciences, Bulletin*, **12**, 1-346.
- IVANOV, A. & DERYCKE, C. 1999. Distribution of the Givetian *Omalodus* shark assemblage. *Ichthyolith Issues, Special Publication*, **5**, 22-24.
- LIAO, J.-C., GINTER, M. & VALENZUELA-RÍOS, J.-I. 2007. Chondrichthyan microremains from the Givetian of the Aragonian Pyrenees (Spain). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **178**, 171-178.
- LONG, J.A. & YOUNG, G. 1995. Sharks from the Middle-Late Devonian Aztec Siltstone, southern Victoria Land, Antarctica. *Records of West Australian Museum*, **17**, 287-308.
- MILLER, R.F., CLOUTIER, R. & TURNER, S. 2003. The oldest articulated chondrichthyan from the Early Devonian period. *Nature*, **425**, 501-504.
- NEWBERRY, J.S. 1889. The Paleozoic fishes of North America. *U.S. Geological Survey, Monograph*, **16**, 1-340.
- REIF, W.-E. 1978. Types of morphogenesis of the dermal skeleton in fossil sharks. *Paläontologische Zeitschrift*, **52**, 110-128.
- TURNER, S. 1997. “*Dittodus*” species of EASTMAN 1899 and HUSSAKOF and BRYANT 1918 (Mid to Late Devonian). *Modern Geology*, **21**, 87-119.
- 2004. Early vertebrates: analysis from microfossil evidence. In: G. ARRATIA, M.V.H. WILSON & R. CLOUTIER (Eds), Recent advances in the origin and early Radiation of Vertebrates. Honoring Hans-Peter Schultze, pp. 67-94. *Friedrich Pfeil*, München.
- WELLS, J.W. 1944. Fish remains from the Middle Devonian bone beds of the Cincinnati Arch region. *Palaeontographica Americana*, **3**, 5-62.
- YOUNG, G.C. 1982. Devonian sharks from south-eastern Australia and Antarctica. *Palaeontology*, **25**, 817-843.
- ZANGERL, R. 1981. Chondrichthyes I. Paleozoic Elasmobranchii. In: H.P. SCHULTZE (Ed.), Handbook of Paleichthyology, **3A**, pp. 1-115. *Gustav Fischer*; Stuttgart - New York.

Manuscript submitted: 10th January 2008

Revised version accepted: 15th April 2008

LIAO, GINTER & VALENZUELA-RÍOS 2007

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ

GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Chondrichthyan microremains from the Givetian of the Aragonian Pyrenees (Spain)

JAU-CHYN LIAO^{1,2}, MICHAL GINTER³ and JOSÉ IGNACIO VALENZUELA-RIOS²

Keywords. – Lower *varcus* Zone, Middle *varcus* Zone, Teeth, Scales, Squamation pattern, *Phoebodus fastigatus*.

Abstract. – A Lower and basal Middle *varcus* Zone (Givetian, Middle Devonian) vertebrate association consisting of chondrichthyan teeth and scales of the genus *Phoebodus* is documented for the first time from the Aragonian Pyrenees of Spain. This record suggests that different teeth morphologies that were previously treated as separate taxa could be grouped in *Phoebodus fastigatus*. Moreover, the teeth and scales association is in agreement with the previously reconstructed squamation pattern of this taxon.

Microrestes de chondrichthyens du Givétien des Pyrénées aragonaises (Espagne)

Mots-clés. – Zone inférieure à *varcus*, Zone moyenne à *varcus*, Dents, Écailles, Squamation, *Phoebodus fastigatus*.

Résumé. – Un assemblage de microrestes de vertébrés, constitué de dents et écailles du Chondrichthyen *Phoebodus*, est publié pour la première fois dans les zones inférieure et moyenne à *varcus* (Givétien, Dévonien moyen) des Pyrénées aragonaises (Espagne). Cet assemblage suggère que des morphologies dentaires différentes qui étaient attribuées jusqu'à présent à des taxons distincts peuvent être regroupées au sein de *Phoebodus fastigatus*. De plus, cet assemblage de dents et écailles est conforme à la reconstitution de la squamation qui avait été proposée auparavant pour cette espèce.

INTRODUCTION

A few studies of conodonts and fish remains have been integrated in the last three decades. As a consequence, a better understanding on the stratigraphical value of fish remains, very detailed for some intervals [summarized in Blicek and Turner, 2000], has been achieved.

Only two recent works deal with Devonian fish remains of the Spanish Pyrenees [Valenzuela-Ríos and Blicek, 1996; Valenzuela-Ríos *et al.*, 2005]. The former represents the first documentation of an early Eifelian vertebrate assemblage that includes the Classes Placodermi, Elasmobranchii, Acanthodii and Sarcopterygii. The second paper deals mainly with conodonts, but also describes for the first time placoderms and acanthodians of Lochkovian and Pragian age. In combination with conodonts, the fish remains allow an approximation of the Lochkovian/Pragian boundary that was not possible by conodonts alone.

Our goal in this paper is to implement the knowledge of chondrichthyan remains (teeth and scales of the genus *Phoebodus*) in the Pyrenees from the Renanué section and to correlate it with the conodont zonation.

GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL SETTING

The section Renanué is located on the southeastern edge of the national road N260 that runs from Castejón de Sos to

Pont de Suert, approximately 1 km N of the village of Renanué (Huesca, Spain; fig. 1); it corresponds with section 08-A of Boersma [1973].

The stratigraphical succession of the Renanué section has recently been described in detail [Liao *et al.*, 2001]; it is composed of about 4 m of black shales with some sandy lenses that are overlain by about 50 m of limestone with some interbedded marl. By means of conodonts the age of the section spans from the uppermost Eifelian through the lower Frasnian.

Herein we will focus on the lower part of the section, up to bed 20 (fig. 2) that by means of conodonts belongs to the Lower and basal Middle *varcus* zones (lower and middle Givetian) and consists of about 6 m of grey wackes-packstones with crinoids, dactyloconarids, brachiopods, etc.

BIOSTRATIGRAPHY OF THE STUDIED INTERVAL

The conodont record, briefly described below, indicates a Lower and basal Middle *varcus* Zone for the interval where the fish remains documented herein come from (beds 7 to 20, fig. 2).

In the basal limestone beds the presence of *Polygnathus hemiansatus* is indicative of a Givetian age. In bed 3, the presence of *P. timorensis* indicates the Lower *varcus* Zone. The entry of *P. varcus* and *P. rhenanus* in bed 5 correlates with the *rhenanus/varcus* Subzone of the Lower *varcus*

1. Dpto. de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, E-28040 Madrid, Espagne. Jau.Liao@uv.es

2. Dpto. de Geología, Universitat de València, Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot, Espagne. Jose.I.Valenzuela@uv.es

3. Institute of Geology, University of Warsaw, Al. Zwirki i Wigury 93; PL-02-089 Warszawa, Pologne. m.ginter@uw.edu.pl

Manuscrit déposé le 10 avril 2006 ; accepté après révision le 24 octobre 2006

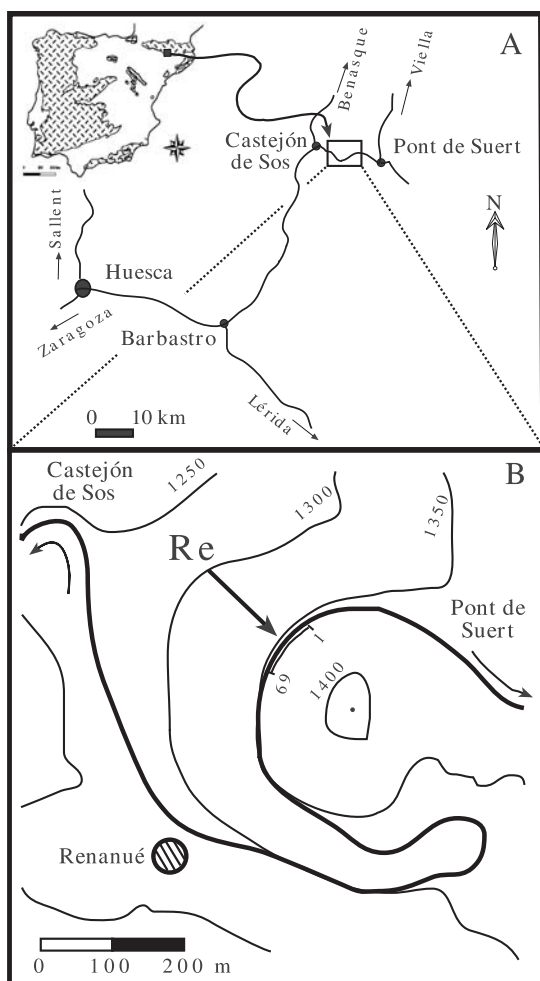


FIG. 1. – Geographical setting of the Renanué section. Numbers 1 and 69 in figure 1B refer to position of lowest (1) and highest (69) section beds. FIG. 1. – Localisation géographique de la coupe de Renanué. Les numéros 1 et 69 de la figure 1B correspondent aux bancs inférieur (1) et supérieur (69) de la coupe.

Zone. The Middle *varcus* Zone starts at bed 19 with the entry of *Polygnathus ansatus*. The lowest vertebrate remains come from bed 7, and the highest from bed 20. Therefore, most of the fauna described here belongs to the upper part of the Lower *varcus* Zone, the *rhenanus/varcus* Subzone of Bultynck [1987]. The beginning of this subzone has recently been proposed as the base of the Middle Givetian in a

possible threefold subdivision of the Givetian [Bultynck and Gouwy, 2004]; this proposal has been recently approved by the Annual Business Meeting of the International

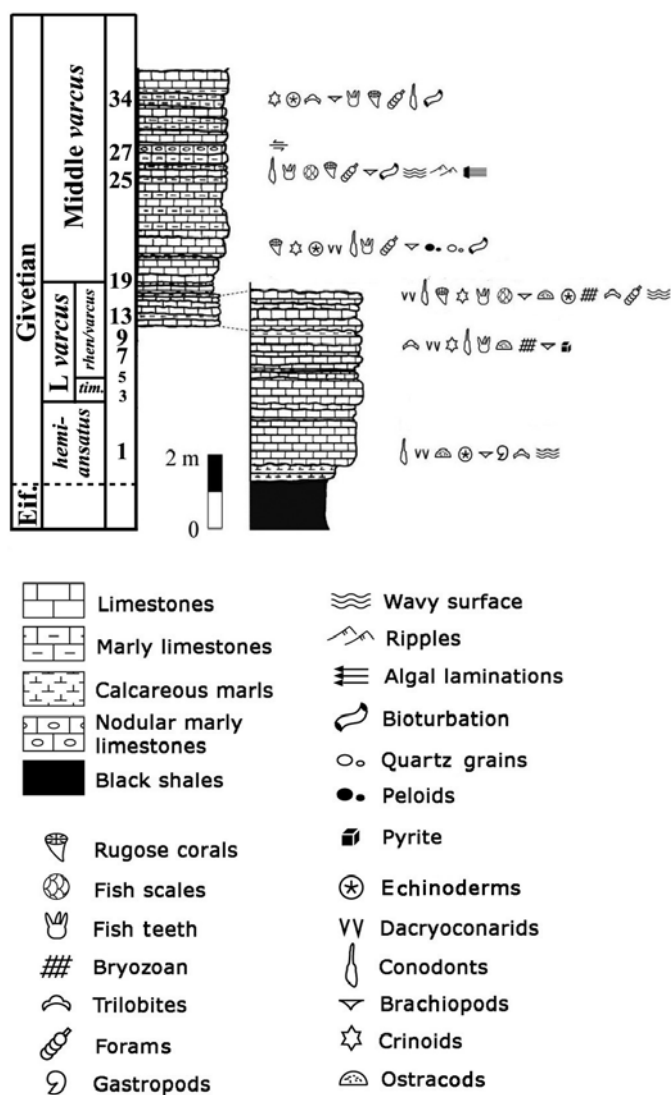


FIG. 2. – Bio- and chrono-stratigraphic interpretation of the studied interval in Renanué section, with indication of the palaeontological record and main sedimentological features.

FIG. 2. – Interprétations bio- et chrono-stratigraphiques de l'intervalle de la coupe de Renanué étudié ici, avec l'indication des niveaux fossilifères et des caractéristiques sédimentologiques principales.

FIG. 3. – Teeth of *Phoebodus fastigatus* GINTER and IVANOV, 1992, from the Givetian, Lower and Middle *Po. varcus* Zone of Renanué, Aragonian Pyrenees, Spain. A from Re 13, B from Re 18, C-E from Re 19, F-M from Re 20 beds.

A. MGUV5860, part of a posterolateral (?) tooth family, in oral and lingual views. B-D. MGUV5861-MGUV5863, in oral and approximately lingual views. E. MGUV5864 with only one, long lateral cusp preserved, in oblique labial and lingual views. F-J. MGUV5865-MGUV5869, in oral and lingual views. K. MGUV5870, the best preserved and most typical tooth, in oral and oblique lingual views. L. MGUV5871, strongly abraded tooth showing the position of the main basal canal, with only the median cusp preserved, in oral and oblique lingual views. M. MGUV5872, extremely large, abraded specimen with no traces of intermediate cusplets, in oral view.

Scale bar = 0.5 mm

FIG. 3. – Dents de *Phoebodus fastigatus* GINTER and IVANOV, 1992, du Givétien, zones inférieure et moyenne à *Po. varcus*; Renanué, Pyrénées aragoniennes, Espagne. A : banc Re 13, B : banc Re 18, C-E : banc Re 19, F-M : banc Re 20.

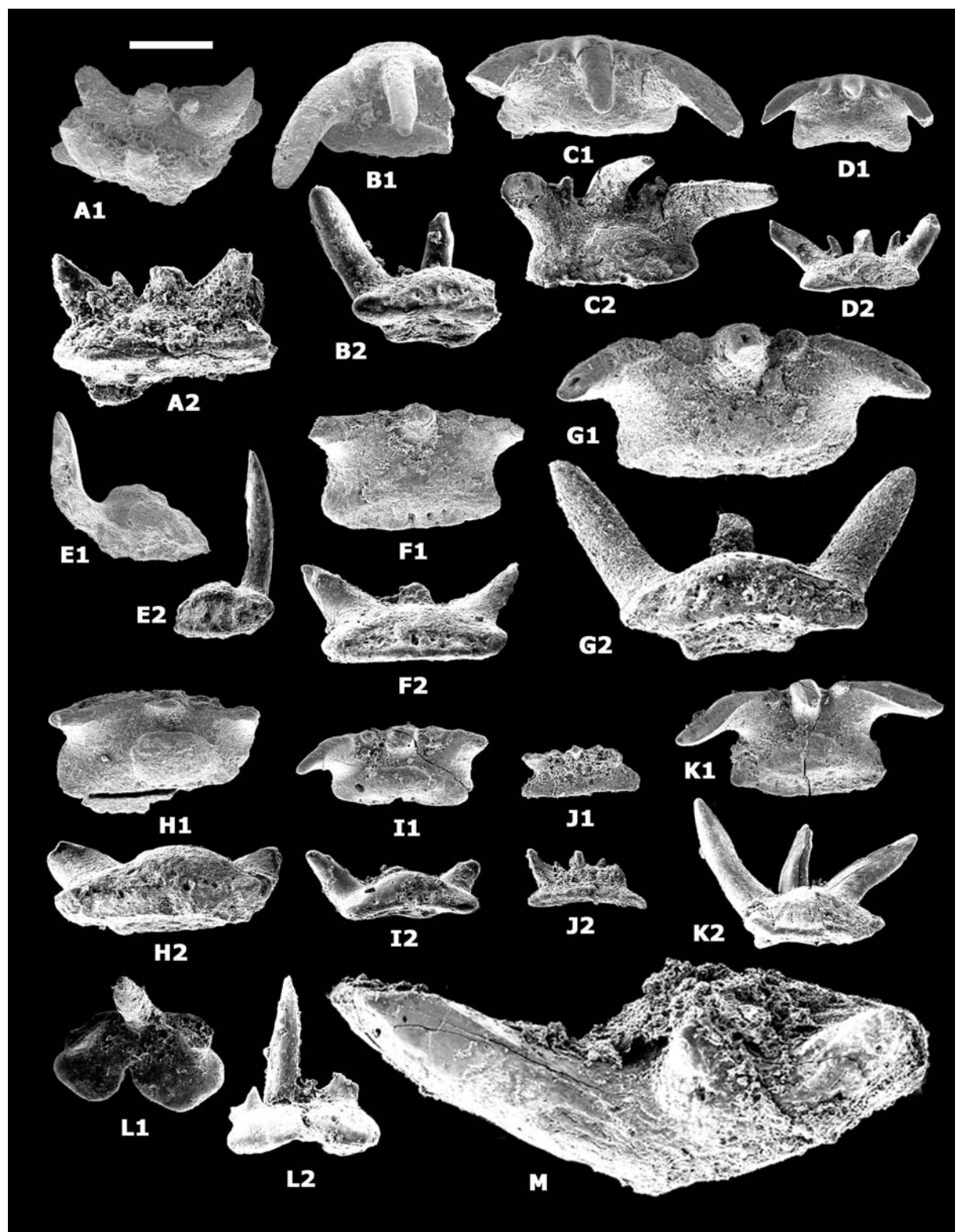
A. MGUV5860, partie d'un groupe de dents postéro-latérales, en vues orale et linguale. B-D. MGUV5861-MGUV5863, en vues orale et presque linguale. E. MGUV5864 avec une seule cuspidé longue latérale conservée, en vues oblique labiale et linguale. F-J. MGUV5865-MGUV5869, en vues orale et linguale. K. MGUV5870, dent la mieux conservée et la plus typique, en vues orale et linguale oblique. L. MGUV5871, dent très usée, montrant l'emplacement du canal basal principal, avec seulement la cuspidé médiane préservée, en vues orale et linguale oblique. M. MGUV5872, spécimen extrêmement long et usé sans trace de la cuspidé intermédiaire, en vue orale. L'échelle représente 0,5 mm.

Subcommission on Devonian Stratigraphy hosted in Leicester (July, 2006).

SYSTEMATIC DESCRIPTION

All the material is stored at the Museo de Geología de la Universitat de València (MGUV).

Class Chondrichthyes
Order Phobodontiformes Ginter,
Hairapetian and Klug, 2002
Family Phobodontidae Williams, 1985
Genus *Phobodus* St. John and Worthen, 1875
Phobodus fastigatus GINTER and IVANOV, 1992
(fig. 3: A-M)



Phoebodus floweri WELLS; Gross [1973] pl. 35: 7a-b [non 8a-b = *Omalodus grabaui*].

Phoebodus fastigatus GINTER and IVANOV; Kaufmann [1998] pl. 13, figs 1-4.

Phoebodus fastigatus GINTER and IVANOV; Ginter and Ivanov [2000] 327, pl. 1, fig. E (see for synonymy from 1990-97).

Phoebodus fastigatus GINTER and IVANOV; Aboussalam [2003] pl. 27, figs 13-16.

Phoebodus fastigatus GINTER and IVANOV; Ginter [2004] fig. 2H-J.

Phoebodus fastigatus GINTER and IVANOV; Hampe *et al.* [2004] 494-495, fig. 5.

Material. – 13 teeth (MGUV 5860-5872) with variable states of preservation, most with at least partly broken cusps, and a few isolated cusps; from beds 13, 18, 19 and 20; age – *rhenanus/varcus* Subzone, upper part of the Lower *Polygnathus varcus* Zone and basal Middle *Polygnathus varcus* Zone, Givetian.

Description. – All of the teeth presented here are five-cuspidated, i.e., possess three longer main cusps and two intermediate cusplets. The cusps are long and thin, and appear to be absolutely smooth, however, a lateral carina occurs in better preserved specimens. The main cusps are gently sigmoidal, but the curvature is not always evident due to the missing tips. The median cusp is somewhat weaker than the lateral main cusps, which are usually strongly divergent. The intermediate cusplets are not independent, but grow very near or sometimes apparently from the basal parts of the main lateral cusps (fig. 3C-D). In two specimens with particularly long lateral cusps (fig. 3B, E), they do not seem to be as divergent as elsewhere.

The basal outline is trapezoidal (wider lingually) to rectangular. The labio-lingual dimension varies considerably (compare figs 3C and 3K), but at least in certain cases this may result from abrasion. In most specimens the lingual rim is straight or even slightly convex (fig. 3K1), however, in figure 3D1 it is gently concave. The articulation devices consist of a small button, rounded to slightly oval, and short but prominent, somewhat arcuate baso-labial projection (figs 3B2, G2).

The teeth are generally small, the mesio-distal dimension of the base does not exceed 0.8 mm; only a single broken fragment (fig. 3M) suggests that they could be larger.

In addition to the isolated teeth, there is a probable fragment of a postero-lateral tooth-file, composed of two fused, slightly deformed teeth (fig. 3A).

Remarks. – Most of the variation observed here was also noted in the Givetian-Frasnian material studied by Ginter and Ivanov [1992]. However, because the specimens considered there came from different regions and horizons, they received different taxonomic attributions. The Givetian to early Frasnian specimens with trapezoidal bases and relatively short main cusps were identified as *Phoebodus fastigatus* (nota bene, the original diagnosis was based on a very atypical, tricuspid specimen; the subsequent taxonomic practice included also the much more common pentacuspoid teeth, see Ginter and Ivanov [2000]). The late Frasnian specimens similar to those in figure 3D here, with a concave lingual rim, were designated as *Ph. aff. fastigatus*. Finally, the rare teeth with long, only moderately divergent lateral cusps (as in figs. 3B and E) were supposed to belong to

another species and preliminarily recognized as *Phoebodus* sp. C. Because the material shown in the present paper comes from a single section and relatively short interval, and there seem to occur intermediate forms between all the mentioned morphotypes, we treat them as conspecific.

On the other hand, the relatively more robust specimens with shorter cusps and oval buttons (figs. 3G-H) are somewhat similar to the teeth of the other, larger Givetian-Frasnian phoebodont species, *Ph. sophiae* ST. JOHN and WORTHEN, 1875. This species occurs in many places with *Ph. fastigatus*, e.g., New York State and Poland [see compilation by Ivanov and Derycke, 1999], and intermediate forms between the holotypes of the two have often been encountered. Therefore, there are three possible interpretations:

– either our larger and more compact teeth represent *Ph. sophiae* and the rest represent *Ph. fastigatus*,

– or *Ph. fastigatus* and *Ph. sophiae* are conspecific and thus all the teeth should be referred to as *Ph. sophiae* (by priority),

– or the ranges of tooth morphology in *Ph. fastigatus* and *Ph. sophiae* overlap; in this case the classification of the teeth of intermediate size and shape would always be arbitrary.

Because we consider *Ph. fastigatus* a valid species and, as was stated above, there is no clear-cut distinction between the two mentioned teeth and the rest of the sample, we prefer to identify them, albeit tentatively, as *Ph. fastigatus*.

Stratigraphic range. *Studied section.* – Middle Devonian, Givetian, Lower *varcus* Zone, *rhenanus/varcus* Subzone–Middle *varcus* Zone; elsewhere: Givetian, (? *hemiansatus*) Lower *varcus* Zone – Frasnian, *rhenana* Zone.

Occurrence. – USA (New York, Indiana); Morocco; Mauritania; Spain (Pyrenees); Poland; Russia (Kuznetsk Basin, South Urals), China.

CHONDRICHTHYAN DERMAL DENTICLES

Type 1 (fig. 4). Specimens MGUV5873-5883

The majority of scales present in the investigated material are similar to the compound “ctenacanth” type [Reif, 1978], which is very common in Mid- to Upper Palaeozoic rocks, also associated with the skeletons of Cleveland Shale ctenacanths. This type, in contrast to the symmetrical shape of “protacrodont” scales (the latter occurring, among others, in *Protacrodus vetustus* [see Gross, 1938]), is represented by scales of a rather irregular arrangement of odontodes. The scales can be wider or narrower, with a crown comprising various numbers of largely independent, sharp-crested odontodes whose shape, although not lacking some general rule, seems to be almost random at first sight. The base in such scales is usually diamond-shaped, but the relative length of its axes can vary considerably, depending on the scale width (compare figs 4G2 and 4K2). There are several scales with classic “ctenacanth” bases, showing the central basal concavity (figs. 4F2, G2), but numerous others have flat (figs. 4D2, E2) or even somewhat convex (fig. 4A2) basal surfaces.

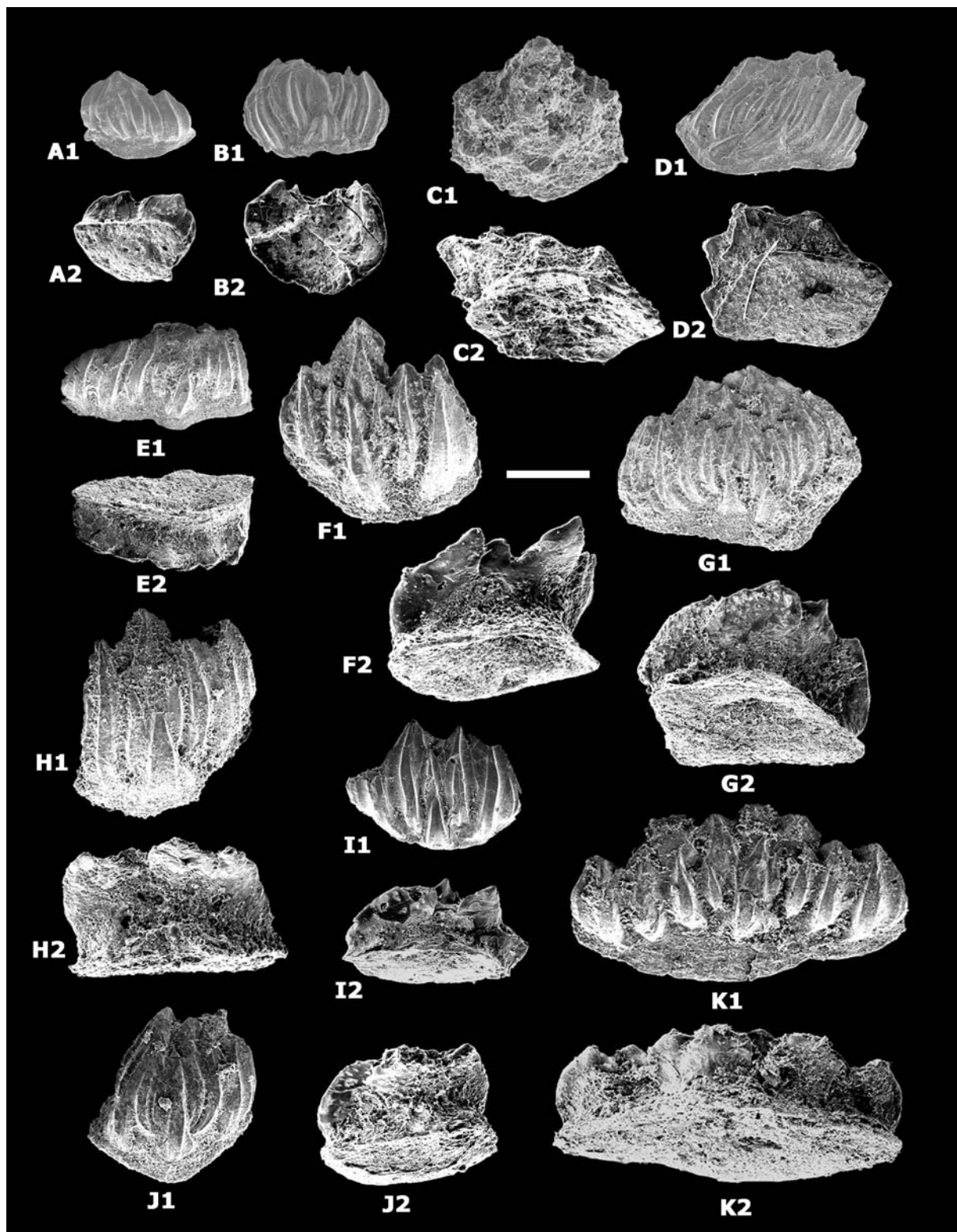


FIG. 4. – Compound chondrichthyan scales, Type 1, from the Givetian, Lower and Middle *Po. varcus* Zone of Renanué, Aragonian Pyrenees, Spain. A from Re 9, B from Re 12, C from Re 19, D-K from Re 20 levels.

A-G. MGV5873-MGV5879, in coronal and basal/posterior views. H. MGV5880, in coronal and posterior views. I-K. MGV5881-MGV5883, in coronal and posterior/basal views.

Scale bar = 0.5 mm

FIG. 4. – Ecaillés composées de chondrichthyens, Type 1, Givétien, zones inférieure et moyenne à *Po. varcus* de Renanué, Pyrénées aragoniennes, Espagne. A : banc Re 9, B : banc Re 12, C : banc Re 19, D-K : banc Re 20.

A-G : MGV5873-MGV5879, en vues coronale et basale/postérieure. H : MGV5880, en vues coronale et postérieure. I-K : MGV5881-MGV5883, en vues coronale et postérieure/basale.

L'échelle représente 0,5 mm.

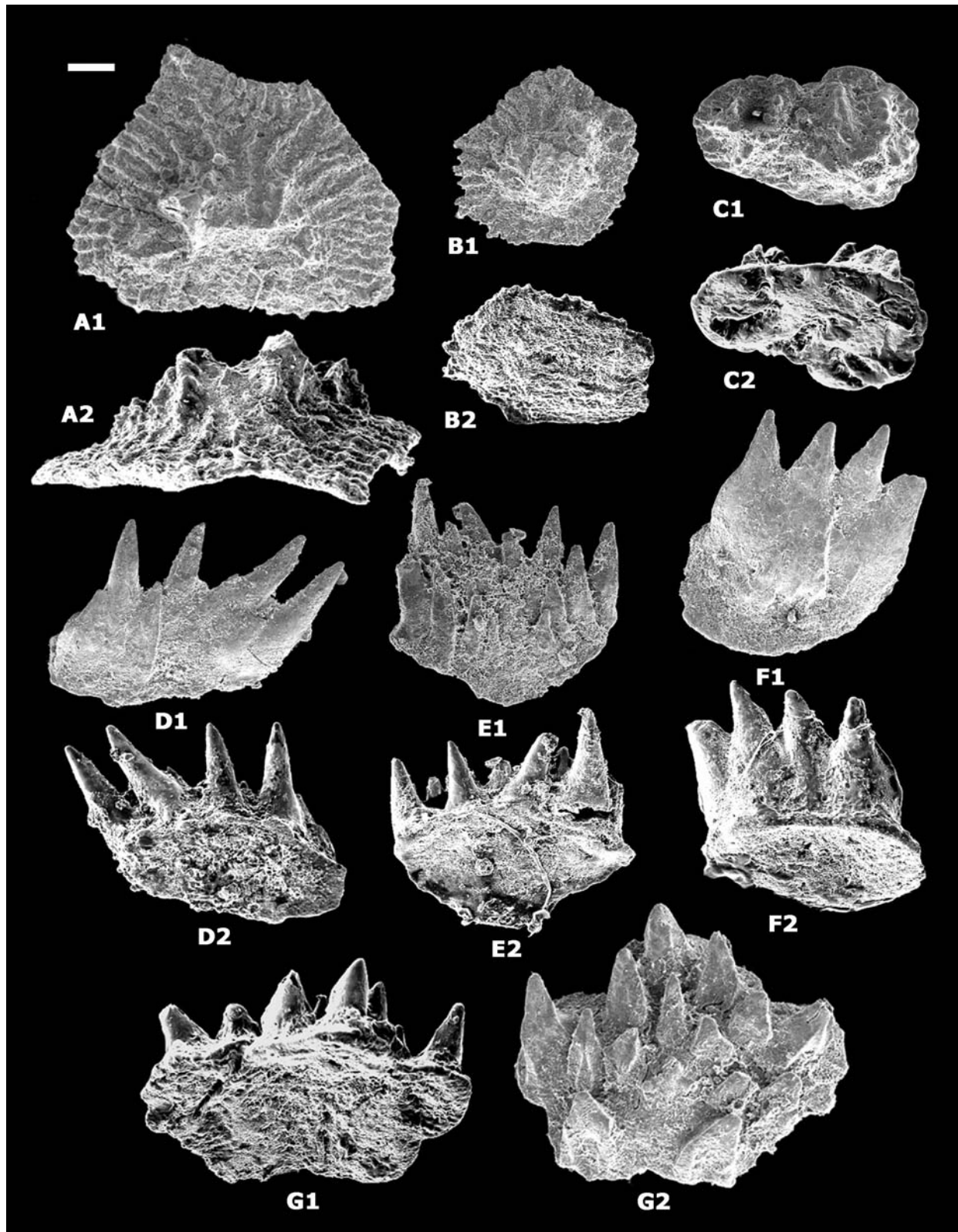


FIG. 5. – Chondrichthyan denticles from the Givetian, Lower and Middle *Po. varcus* Zone of Renanué, Aragonian Pyrenees, Spain. A-C from Re 19, D from Re 18, E-G from Re 20 levels.

A-B. Type 2; A. MGUV5884, in coronal and lateral views; B. MGUV5885, in coronal and oblique basal views. C. Type 3, MGUV5886, in coronal and oblique basal views. D. Type 4; D-F, MGUV5887-MGUV5889, in coronal and basal/posterior views; G. MGUV5890, in basal/posterior and coronal views.

Scale bar = 0.2 mm

FIG. 5. – Denticules de chondrichthyens du Givétien, zones inférieure et moyenne à *Po. varcus* de Renanué, Pyrénées aragoniennes, Espagne. A-C : banc Re 19, D : banc Re 18, E-G : banc Re 20.

A-B. Type 2; A, MGUV5884, en vues coronale et latérale; B, MGUV5885, en vues coronale et basale oblique. C. Type 3, MGUV5886, en vues coronale et oblique basale. D. Type 4; D-F, MGUV5887-MGUV5889, en vues coronale et basale/postérieure. G. MGUV5890, en vues basale/postérieure et coronale. L'échelle représente 0,2 mm.

Type 2 (figs. 5A-B). Specimens MGUIV5884-5885

A few other scales, probably dermal denticles, are composed of a flat polygonal platform with rough upper surface and a compact crown, star-like in upper view. This type is supposed to belong to hybodont sharks [Reif, 1978; Mader, 1986].

Type 3 (fig. 5C). Specimen MGUIV5886

This rare type is similar to the above (type 2), but the crown occupies a larger area of the platform, which is not polygonal, but irregularly rounded.

Type 4 (figs. 5D-G). Specimens MGUIV5887-5890

These dermal denticles, composed of numerous cusps connected by an undefined basal layer, display intermediate characters between the type 1 scales and, by the shape of the cusps, the dentition teeth. Such forms can be mucous membrane denticles or they can belong to the branchial region.

DISCUSSION

Identification of Palaeozoic chondrichthyan dermal denticles below the family level, unless they cover articulated remains of a fish, is risky. Such a task should be attempted only when there is an adequate number of teeth, from a single sample, identified as belonging to a single species, together with a certain number of scales. Even then, judging from many discussions among palaeoichthyologists, not everyone would agree that such a linking of isolated scales with teeth is justified. Nevertheless, such a procedure was applied by Ginter and Turner [1999] towards the ichthyoliths from a very rich lower Famennian sample from Melville Island (Arctic Canada). The conditions were almost ideal: more than 300 denticles (not all were extracted) and 200 teeth of *Phoebodus rayi* were found together with less than ten teeth of definitely non-phoebodont derivation. In that case, the two most common types of dermal denticles were attributed to *Ph. rayi* (supposed mucous membrane and branchial denticles were not considered).

The comparison between scales illustrated by Ginter and Turner [1999, fig. 6] and the material presented herein, shows that their most abundant morphotype is very similar to our type 1, especially by the form of the crown, and the

other morphotype resembles our type 3. Of course, the small number of teeth and scales from Spain makes any conclusion tentative. However, even in such a small sample, the total absence of non-phoebodont teeth suggests that most of the scales are those of *Phoebodus*.

Articulated specimens of *Phoebodus* are unknown, but the material from Alaska, housed at the Cleveland Museum of Natural History and currently under study by J. Maisey (personal communication), will probably contribute to give some information on the non-dental characters of this genus. Until then, we speculate that the correlation that we observe between the disarticulated materials with the absolute majority of *Ph. rayi* teeth and that with teeth of *Ph. fastigatus* only, is not mere coincidence. Following Turner in Ginter and Turner [1999 : 113] we consider our type 1 as body scales and type 3 as denticles covering the head of *Phoebodus*.

CONCLUSIONS

The record of *Phoebodus fastigatus* in the *rhenanus/varcus* Subzone (upper part of the Lower *varcus* Zone) and in the basal Middle *varcus* Zone represents the first record of the taxon in Spain that is considered a north-perigondwana area during Givetian times. The Spanish material is remarkable because of the large number of teeth and their clear association with scales that confirm the previous squamation pattern reconstructed for *Phoebodus*. Moreover, the Renanué collection, which comes from a short-time interval of a single section, suggests that the former taxa *Phoebodus* aff. *fastigatus* and *Phoebodus* sp. C belong to the variation spectrum of *Phoebodus fastigatus*; this is also demonstrated by the presence of intermediate morphologies in Renanué.

Acknowledgements. – This work has been partially supported by the Alexander von Humboldt-Stiftung (J.I.V.-R.); the DAAD (J.-C.L.) and the Spanish Research Project DGICT BTE 2003-02065. We thank Michael Murphy (University of California) for his constructive comments. Alain Blicq (University of Lille) helped with the French translation. He and Claire Derycke (University of Lille) helped to improve the manuscript with their constructive comments. Also we thank M. Carmen Pueyo Castán and her family for their hospitality and Carlos Martínez Pérez helped in several field campaigns. It represents a contribution to the IGCP 499, Devonian land-sea interaction: evolution of ecosystems and climate”.

References

- ABOUSSALAM Z. S. (2003). – Das "Taghanic-Event" in höheren Mittel-Devon von West-Europa und Marokko. – *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **97**, 1-330.
- BLIECK A. & TURNER S. (2000). – IGCP 328: Palaeozoic Microvertebrates final scientific report – Introduction. – *Cour. Forsch. Inst. Senck.*, **223**, 1-67.
- BOERSMA K.T.H. (1973). – Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Central Spanish Pyrenees. – *Leidsche Geol. Meded.*, **49**, 303-377.
- BULTYNCK P. (1987). – Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. – *Bull. Inst. Royal Sci. Nat. Belgique, Sci. Terre*, **57**, 149-181.
- BULTYNCK P. & GOUWY S. (2004). – Early, Middle and Upper Givetian substages. – Document submitted to the Subcommission on Devonian Stratigraphy, Rabat, Morocco, March.
- GINTER M. (2004). – Devonian sharks and the origin of Xenacanthiformes. In: ARRATIA G., WILSON M.V.H. et al., Eds., Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates. – Friedrich Pfeil, München, 473-486.

- GINTER M. & IVANOV A. (1992). – Devonian phoebodont shark teeth. – *Acta Palaeont. Polon.*, **37**, 55-75.
- GINTER M. & IVANOV A. (2000). – Stratigraphic distribution of chondrichthyans in the Devonian on the East European platform margin. In: A. BLIECK & S. TURNER, Eds., Palaeozoic vertebrate biochronology and global marine/non-marine correlation. – Final Report of IGCP 328 (1991-1996). – *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **223**, 325-339.
- GINTER M., HAIRAPETIAN V. & KLUG C. (2002). – Famennian chondrichthyans from the shelves of North Gondwana. – *Acta Geol. Polon.*, **52**, 169-215.
- GINTER M. & TURNER S. (1999). – The early Famennian recovery of phoebodont sharks. – *Acta Geol. Polon.*, **49**, 105-117.
- GROSS W. (1938). – Das Kopfskelett von *Cladodus wildungensis* JAEKEL. 2. Teil: Der Kieferbogen. Anhang: *Protacrodus vetustus* JAEKEL. – *Senckenbergiana*, **20**, 123-145.
- GROSS W. (1973). – Kleinschuppen, Flossenstacheln und Zähne von Fischen aus europäischen und nordamerikanischen Bonebeds des Devons. – *Palaeontographica A*, **142**, 51-155.
- HAMPE O., ABOUSSALAM Z.S. & BECKER R.T. (2004). – *Omalodus* teeth (Elasmobranchii: Omalodontida) from the northern Gondwana margin (middle Givetian: *ansatus* conodont Zone, Morocco). In: G. ARRATIA, M.V.H. WILSON *et al.*, Eds., Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates. – Friedrich Pfeil, München, 473-486.
- IVANOV A. & DERYCKE C. (1999). – Distribution of the Givetian *Omalodus* shark assemblage. – *Ichthyolith Issues, Spec. Publ.*, **5**, 22-24.
- KAUFMANN B. (1998). – Facies, stratigraphy and diagenesis of Middle Devonian reef- and mud-mounds in the Maider (eastern Anti-Atlas, Morocco). – *Acta Geol. Polon.*, **48**, 43-106.
- LIAO J.-C., VALENZUELA-RÍOS J.I. & RODRÍGUEZ S. (2001). – Descripción de los conodontos del Givetiense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses). – *Col. Paleont.*, **52**, 13-45.
- MADER H. (1986). – Schuppen und Zähne von Acanthodien und Elasmobranchiern aus dem Unter-Devon Spaniens (Pisces). – *Gött. Arb. Geol. Paläont.*, **28**, 1-59.
- REIF W.E. (1978). – Types of morphogenesis of the dermal skeleton in fossil sharks. – *Paläont. Zeits.*, **52**, 110-128.
- ST. JOHN O. & WORTHEN A. H. (1875). – Descriptions of fossil fishes. – *Geol. Surv. Illinois*, **6**, 245-488.
- VALENZUELA-RÍOS J.I. & BLIECK A. (1996). – Early Middle Devonian vertebrate microremains from the Aragonian Pyrenees (northern Spain). – *C. R. Acad. Sci., Paris*, **323** (IIa), 817-823.
- VALENZUELA-RÍOS J.I., LIAO J.-C., MARTÍNEZ-PÉREZ C., CASTELLÓ V. & BOTELLA H. (2005). – Datos preliminares sobre los conodontos y restos de peces del Lochkoviense y ¿Praguense? (Devónico Inferior) de Compte-I (Valle del Noguera Pallaresa, Pirineos). In: J.A. GÁMEZ, E. LIÑÁN *et al.*, Eds., *Memorias de las VIII Jornadas Aragonesas de Paleontología: "La cooperación Internacional en la Paleontología española. Homenaje al Profesor Peter Carls"*, 131-145.
- WILLIAMS M.E. (1985). – The "cladodont level" sharks of the Pennsylvanian black shales of central North America. – *Palaeontographica A*, **190**, 83-158.

VALENZUELA-RÍOS & LIAO 2006

SENCKENBERGIANA LETHAEA

| | | | | |
|-------------------------|----|-----|---------|--------------------------------|
| Senckenbergiana lethaea | 86 | (1) | 105–107 | Frankfurt am Main, 30.06. 2006 |
|-------------------------|----|-----|---------|--------------------------------|

Annotations to Devonian Correlation Table, R 357-360 di-ds 06: Spanish Central Pyrenees, southern part

JOSÉ IGNACIO VALENZUELA-RÍOS & JAU-CHYN LIAO

The complex facial distribution of Pyrenean Devonian rocks has led to different interpretations of their relationships. Many of these interpretations are still lacking sound biostratigraphical control, especially the kind of time constraint that is required for the Devonian Correlation Table (DCT). For this reason, we have focused our efforts in the area with the best palaeontological control through the Devonian. This area is located in the southern part of the Axial Pyrenean Zone and chiefly corresponds with what MEY (1967) called “Southern facies-area”. Initially, he further subdivided this area into four sub-facies-areas (Sierra Negra, Baliera, Renanué, Compte) that have been treated in different ways by subsequent authors. For practical purposes we maintain this initial subdivision but we up-date the age and time constraints of most of the stratigraphical units by the palaeontological control provided by conodonts.

Regarding the recent work on the Lower Devonian position of Lower Devonian conodonts first occurrences (compare MURPHY, 2000; WEDDIGE, 2005) some corrections should be made, but for the purpose of this initial table we will comment only on three of them. Following MURPHY & VALENZUELA-RÍOS (1999, Text-fig. 1) *Lanea omoalpha* occurs before the entry of *Kimognathus delta*, the index of the *delta* Zone, which is positioned at B030di96: 2.6, therefore the first record of *L. omoalpha* should be placed below this value; as *L. eleonorae* enters before *K. delta* as well (*op. cit.*) the former has to be also placed below 2.6. For these reasons, we tentatively positioned the entry of *L. omoalpha* at 2.3 and that of *L. eleonorae* at 2.55. These new data are important for positioning the Rueda Fm. in Compte. Although the position of *Masaraella pandora* beta at 4.3, i. e., within the *pesavis* Zone, is not relevant for tracing formation boundaries in the Pyrenees, it should also be noted that this position must be changed; *M. pandora* beta occurs before the beginning of the *pesavis* Zone in any sense (MURPHY & VALENZUELA-RÍOS, 1999; VALENZUELA-RÍOS, 1994a). Tentatively we considered its position at 3.7. It follows that the further subdivision of Lower Devonian zones according to the DCT standards fixed by WEDDIGE (1996) has to be re-evaluated, but this is not the point of the present anno-

tations. Below we will present some of the biostratigraphical data that support the position of stratigraphical boundaries in the four areas considered.

Sierra Negra

The boundary between the black *Orthoceras* Limestone and the Rueda Fm. in Sierra Negra is positioned within the “*woschmidtii-postwoschmidtii* Zone” of the standard DCT on the basis of the occurrence of *Icriodus woschmidtii* at the top of the black *Orthoceras* Limestone (VALENZUELA-RÍOS, 1994b). However, it should be noted that the stratigraphic position of *I. woschmidtii* is high above the Silurian/Devonian boundary and the *woschmidtii* Zone starts after the *postwoschmidtii* Zone (CARLS et al., 2002). Therefore, its current tentatively position at 0.5 would have to be revised when a calibration of Lower Devonian zones can be achieved.

The position of the boundary between the Rueda and Castanosa fms is inferred by correlation with the nearby Baliera area (see comments below) and lies close to the base of the *pirenae* Zone. The extension of the Fonchanina Fm. is restricted to the *gronbergi* Zone; the lower and upper boundary of the formation are traced by correlation with the Fonchanina Fm. in the Baliera area. The Mañanet Fm. extends to the uppermost Emsian (*patulus* Zone), but its upper boundary might be slightly diachronic.

The succession of Middle and Upper Devonian formations in the Sierra Negra area is still uncertain and partially known. For instance the upwards extension of the Civis Fm. remains unsolved, and only one more unit can currently be placed within the Sierra Negra stratigraphic scheme, the so called Renclusa Limestone; its upper Givetian to *transitans-punctata* Zone position is based on conodont information provided by BOERSMA (1973) from section Sahún where a limestone correlatable to the Renclusa Fm. has been dated. However, both, this age and the upwards extension of this formation are not yet well established. Besides that, a few black limestone beds

Authors' address: Prof. Dr. José Ignacio Valenzuela-Ríos, Jau-Chyn Liao, Departamento de Geología, Universitat de València, Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot (València), Spain. E-mail: Jose.I.Valenzuela@uv.es

intercalated in a shaly sequence have yielded early Frasnian conodonts of the *asymmetricus* Zone (LIAO & VALENZUELA-RÍOS, 2003). The ascription of these limestones to one of the above mentioned stratigraphic units is still uncertain.

Baliera

The stratigraphical sequence of the Baliera area is very similar to that of the Sierra Negra one, but palaeontological data provide better control for the Lower Devonian. The upper Middle Devonian and the Upper Devonian stratigraphical units are unknown in this area. However, certain authors include the Middle and Upper Devonian sequence of the Renanué area (see below) in the Baliera area, and therefore the Baliera area shows an almost complete Devonian sequence; these authors have, thus, omitted the Renanué area. We don't think there are enough data to prove this relationship between stratigraphic units that crop out in different tectonic units; moreover, the stratigraphic succession between these two sets of units has not been proved in any place. Consequently, we prefer to maintain the initial separation between Baliera and Renanué areas proposed by MEY (1967), but with the pertinent age corrections.

The Rueda Fm. in the Baliera area is subdivided into two members Aneto and Gelada; the lower part of the Aneto Mb. has yielded *Icr. angustoides* assigned to lower Lochkovian by VALENZUELA-RÍOS (1994b); the lack of biostratigraphically useful conodonts prevents tracing the boundary between the members. Also, lack of biostratigraphically relevant information impedes certainty as to the age of the lower boundary, although it seems that it has to be very close to the finding of *Icr. angustoides* mentioned above.

The presence of early *Polygnathus pireneae* close to the base of the Basibé Fm. (Ponferrat Mb.) suggests that this formation starts very close to the beginning of the *pireneae* Zone. The presence of *Icr. curvicauda* and *Pol. pireneae* at the base of the Llaviero Mb. of the Basibé Fm. followed by *Pol. kitabicus*, *Pol. excavatus*, among other relevant taxa, indicates that the middle San Silvestre Mb. of the Basibé Fm. is restricted to part of the *pireneae* Zone. The presence of *Pol. gronbergi* in the upper part of the Llaviero Mb. proves that the upper limit of the Basibé Fm. falls within the *gronbergi* Zone. The conodont record in the lower part of the Mañanet Fm. belongs to the *gronbergi* Zone (GARCÍA-LÓPEZ et al., 1990), therefore the Fonchanina Fm. that lies between the Basibé and the Mañanet Fms has to be restricted to parts of the *gronbergi* Zone. GARCÍA-LÓPEZ et al., (1990) have also documented *Pol. cooperi* and *Pol. costatus* ssp. from the uppermost Mañanet Fm. suggesting that the top of this formation is very close to the Lower/Middle Devonian boundary.

In the lower part of the overlying Vilaller Fm. *Icriodus* cf. *culicellus* of Late Emsian or Early Eifelian age has been found (VALENZUELA-RÍOS & SANZ-LÓPEZ IN GARCÍA-ALCALDE et al., 2002). This suggests that the Vilaller Fm. could start in the Upper Emsian; as the top of the Mañanet Fm. is considered very close to the Emsian/Eifelian boundary (see above), a slightly diachronic upper boundary of the Mañanet Fm. can be postulated. Above the Vilaller Fm. the stratigraphic succession of the Middle and Upper Devonian in the Baliera area is presently not well established.

Renanué

Present knowledge indicates that only Middle and Upper Devonian rocks are represented in the Renanué subfacies. Current knowledge doesn't permit their attribution to the Baliera subfacies, as several authors have claimed. The oldest dated unit of this area is the informal unit "Renanué Limestone"; in the lower part of this unit conodonts of the upper *kockelianus* Zone indicate the uppermost Eifelian (LIAO et al., 2005). A few meters above this record the presence of *Pol. hemiansatus* indicates the beginning of the Givetian. This unit has yielded a rich conodont fauna that spans through the Givetian/Frasnian boundary, up to some level between the lower *hassi* and the *jamiae* Zones (youngest record of BOERSMA, 1973). The Renanué Shales (informal unit of BUCHROITHNER, 1978) underlying the Renanué Lms. are of Eifelian age. The Renanué Lms. are overlain by the Sahún Shales, whose oldest dated bed belongs to the upper *rhenana* Zone (SANZ-LÓPEZ, 1995). The up wards extension of the Sahún Shales is obscure.

Compte

The conodont record from El Compte area is the best one of the four areas and has permitted a better palaeontological control of the stratigraphical units. The lowest stratigraphical unit is the informal "Litosoma A" of VALENZUELA-RÍOS (1994b), that extends from close to the base of the Devonian to the base of the *Lanae omoalpha* Zone. Above follows the Rueda Fm., whose lowermost bed yielded the entry of *L. omoalpha*. Locally the Torres Member is identified in the lower part of the Rueda Fm.; this member extends to close below the Lochkovian/Pragian boundary (for detailed conodontological information see VALENZUELA-RÍOS, 1994b, 2002). The overlying Castanesa Fm. extends from very close to the base of the *pireneae* Zone (with *Pedavis mariannae* at the base, followed by *Pol. pireneae* a little above) to lower parts of the *gronbergi* Zone. According to MONTESINOS & SANZ-LÓPEZ (1999) the overlying Villech Fm. reaches to the top of the *serotinus* Zone or to the lower part of the *costatus* Zone (with *Pol. costatus cooperi* and *Pol. cos. costatus*); in most of their sections the Villech Fm. ends within the *serotinus* Zone, but in the section Serra Comabella this formation can reach the lower part of the *patulus* Zone; these data hint at a possible slightly diachronic boundary between the Villech Fm. and the overlain Comabella Fm. around the boundary between the upper Emsian *serotinus* and *patulus* zones. SANZ-LÓPEZ IN MONTESINOS & SAN-LÓPEZ (1999) defined the Castells beds in the lower part of the Villech Fm.; its age is restricted to the lower Emsian, below the *inversus* Zone.

The Comabella Fm. starts in the uppermost Emsian and ends close to the Frasnian/Famennian boundary. The upper boundary of the formation is diachronic and varies from the upper *rhenana* Zone (upper Frasnian) to the upper *Palma-tolepis triangularis* Zone (early Famennian) (see VALENZUELA-RÍOS & SANZ-LÓPEZ IN GARCÍA-ALCALDE et al., 2002). Taús Beds are locally developed in the lower part of the Comabella Fm.; according to SANZ-LÓPEZ IN MONTESINOS & SAN-LÓPEZ

(1999) the Taús Beds are Eifelian (up to below the base of the *ensensis* Zone); however, the base could extend to the uppermost Emsian (upper part of the *patulus* Zone).

The Mena Fm. follows diachronically above the Comabella Fm. and reaches up to lower *marginifera* Zone. The youngest Devonian Fm. is the Barousse Fm. that spans the Devonian/Carboniferous boundary.

Acknowledgements

This work has been supported by the Alexander von Humboldt-Stiftung and by the Spanish MCYT-FEDER Research Grant BTE 2003-01609 and MCYT Research Grant BTE 2003-02065; it represents a contribution to the IGCP 499 "Devonian land-sea interaction: evolution of ecosystems and climate".

References

- BOERSMA, K.T. (1973): Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Central Spanish Pyrenees. – *Leidse Geologische Medelingen*, **49**: 303-377, 44 text-figs, 15 tabs; Leiden.
- BUCHROITHNER, M. F. (1978): Zur Conodontenstratigraphie vorwiegend klastischer Folgen im Devon der Ost-und Zentralpyrenäen. – *Mitteilungen österreichische geologische Gesellschaft*, **69**: 247-266, 3 text-figs, 2 tabs; Wien.
- CARLS, P., MURPHY, M.A. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. (2002): Comments on the Early Devonian conodont Zonation. – *Strata*, **12** (1): 25; Toulouse.
- GARCÍA-ALCALDE, J. L., CARLS, P., PARDO-ALONSO, M. V., SANZ-LÓPEZ, J., SOTO, F.M., TRUYOLS-MASSONI, M. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. (2002): Devonian. – In: J. GIBBONS & T. MORENO (eds.), *Geology of Spain*: 67-91, 15 text-figs; Geological Society of London.
- GARCÍA-LÓPEZ, S., GARCÍA-SANSEGUNDO, J. & ARBIZU, M. (1990): Datos estratigráficos y paleontológicos de la sucesión devónica del área del río Baliera (Zoa Axial, Pirineos centrales españoles). – *Geogaceta*, **7**: 33-35, 4 text-figs; Madrid.
- LIAO, J.-C., KÖNIGSHOF, P., VALENZUELA-RÍOS, J.I. & SCHINDLER, E. (2005): Palaeoenvironmental interpretation and development of a Givetian section from the Aragonian Pyrenees (N. Spain). – *Devonian Terrestrial and Marine Environments: from Continent to shelf*; International Conference, Contributions. – In: E. A. YOLKIN, N.G. IZOKH, O.T. OBUT & T.P. KIPRIYANOVA (eds), Novosibirsk Publishing House of SB RAS „geo“ Branch: 96-97; Novosibirsk.
- LIAO, J.-C. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. (2003): Conodontos del Frasnense inferior de Ampriú (Devónico Superior, Pirineos Aragoneses). – *Libro de resúmenes de las XIX Jornadas de Paleontología*: 101-102, Morella.
- MEY, P.H.W. (1967): Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Palaeozoic. – *International Symposium on the Devonian System*, **2**: 1157-1166, 3 text-figs; Calgary.
- MONTESINOS, J. R. & SANZ-LÓPEZ, J. (1999): Ammonoideos del Devónico Inferior y Medio en el Pirineo oriental y central. Antecedentes históricos y nuevos hallazgos. – *Revista Española de Paleontología*, n° extraordinario Homenaje al Prof. J. Truyols: 97-108, 2 text-figs, 1 pl.; Oviedo.
- MURPHY, M. A. (2000): Conodonts first occurrences in Nevada. – In: K. WEDDIGE (ed.), *Devonian Correlation Table (Lower Devonian)*. – *Senckenbergiana lethaea*, **80** (2): 695, column B032di00; Frankfurt am Main.
- MURPHY, M. A. & VALENZUELA-RÍOS, J.I. (1999): *Lanea* new genus, lineage of Early Devonian conodonts. – *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, **37** (2/3): 321-324, 2 pls, 4 text-figs, 1 tab.; Modena.
- SANZ-LÓPEZ, J. (1995): Estratigrafía y Bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico Superior-Carbonífero Inferior del Pirineo Oriental y Central. – Tesis Doctorales microfichadas núm. 2840; Publicaciones de la Universidad de Barcelona, **9**: 1-717, 115 text-figs, 1-52 tabs, 1-61 pls; Barcelona.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. (1994a): The Lower Devonian conodont *Pedavis pesavis* and the *pesavis* Zone. – *Lethaia*, **27** (3): 199-207, 4 text-figs; Oslo.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. (1994b): Conodontos del Lochkoviense y Praguense (Devónico Inferior) del Pirineo Central español. *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, **5**: 1-178, 26 text-figs, 9 pls; Zaragoza.
- VALENZUELA-RÍOS, J.I. (2002): Lochkovian and Pragian Conodonts from Segre 1 (Central Spanish Pyrenees). – In: GARCÍA-LÓPEZ, S. & BASTIDA, F. (eds): *Palaeozoic conodonts from Northern Spain*. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero, **1**: 403-418, 3 text-figs, 2 pls; Madrid.
- WEDDIGE, K. (1996): Beiträge zu Gemeinschaftsaufgaben der deutschen Subkommission für Devon-Stratigraphie, 1: Devon-Korrelationstabelle. – *Senckenbergiana lethaea*, **76** (1/2): 267-286, 7 text-figs, 43 Tab.-columns; Frankfurt am Main.
- WEDDIGE, K. (2005): Conodont zonations, global, alternative. – In: WEDDIGE, K. (ed.): *Devonian Correlation Table. Supplement 2005*. – *Senckenbergiana lethaea*, **85** (2): 382, Tab.-column B 039 di 05; Frankfurt am Main.

OTRAS CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS:

LIAO, VALENZUELA-RÍOS & RODRÍGUEZ 2001

COLOQUIOS DE PALEONTOLOGÍA

Descripción de los conodontos del Givetense y Frasnense inferior (Devónico) de Renanué (Pirineos Aragoneses)

Description of the Givetian and Early Frasnian (Devonian) conodonts from Renanué (Aragonian Pyrenees)

Jau-Chyn Liao¹, José Ignacio Valenzuela-Ríos² y Sergio Rodríguez¹

Resumen: Se estudia el contenido en conodontos del Givetense y Frasnense inferior en la sección Renanué (Pirineos Aragoneses). Como resultado se describen 28 taxones de *Polygnathus*, *Icriodus*, *Skeletognathus* y *Klapperina*. De éstos, 21 se describen e ilustran por primera vez en la sección Renanué. Esta sucesión de conodontos permitirá una subdivisión bioestratigráfica detallada del intervalo estudiado.

Palabras clave: Sistemática, Conodontos, Givetense, Frasnense, Renanué, Pirineos aragoneses.

Abstract: A Givetian and Early Frasnian conodont sequence from Renanué section is presented. As a result, 28 taxa belonging to *Polygnathus*, *Icriodus*, *Skeletognathus* and *Klapperina* are described. 21 taxa are described and illustrated for the first time from Renanué section. This conodont succession will allow a very fine biostratigraphical subdivision of the studied interval.

Key words: Systematic, Conodonts, Givetian, Frasnian, Renanué, Aragonian Pyrenees.

INTRODUCCIÓN

En la subdivisión de los materiales devónicos del Pirineo en cuatro grandes áreas y facies, MEY (1967) introdujo el concepto de Subfacies Renanué dentro del área de facies meridional. Este concepto fue utilizado por BOERSMA (1973), quién mediante conodontos acotó la edad de los materiales aflorantes atribuidos a esta subfacies entre el Emsiense y el Westfaliense. Dentro de estos materiales reconoce un tramo carbonático inferior que en una figura de correlación cronoestratigráfica denomina «*Renanué l.st.*» (BOERSMA, 1973, págs. 327, Fig. 25). La edad de estos materiales carbonáticos se basa en tres secciones (08-A, 08-B y 07) en las que encuentra conodontos del Eifeliense y del Frasnense inferior. Aunque no encuentra conodontos del Givetense, BOERSMA (1973, pág. 326) dató estos materiales como pertenecientes a un intervalo entre las zonas de conodontos «*Spathognathodus bidentatus*» (Eifeliense) y «*Ancyrognathus triangularis*» (Frasnense inferior).

BUCHROITHNER (1978, pág. 250) vuelve a utilizar el término «*(Renanué-Kalk)*» refiriéndose a las únicas calizas verdaderas que hay en el Devónico Medio de la Subfacies Renanué. En el mismo trabajo y en una sección al sur de Sahún, BUCHROITHNER (pág. 256) reconoce unas calizas micríticas grises en bancos gruesos con crinoideos y tentaculites que asigna con dudas a las Calizas de Renanué («*Renanué Limestone?*»). En su cuadro de correlación bioestratigráfica para la Subfacies meridional, BUCHROITHNER (1978, pág. 259, Fig. 2) modifica la edad de estas calizas, y las limita al Eifeliense y Givetense.

SANZ-LÓPEZ (1995, pág. 222, Fig. 64) atribuye los materiales que presenta en varias «*Secciones parciales del Devónico Superior en Renanué, lámina cabalgante de Laspaúles*» a las Calizas de Renanué. La edad de estos materiales se sitúa entre el Eifeliense final y el Frasnense inferior. Desgraciadamente la correlación presentada entre estas columnas es poco clara. Además no existe una definición formal de esta unidad litoestratigráfica, que más bien ha sido caracterizada sólo por su equivalencia cronoestratigráfica

¹ Dpto. de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

² Dpto. de Geología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia, Campus de Burjassot, 46100, Valencia.

y no por su contenido litológico, límites con unidades superiores e inferiores, extensión...; por todo ello, para evitar posibles confusiones y no introducir nuevos conceptos litoestratigráficos preferimos no utilizar el nombre Calizas de Renanué en este trabajo.

El propósito de este trabajo es realizar un estudio sistemático de la secuencia de conodontos contenida en la sección Renanué, dejando para futuros trabajos la interpretación bioestratigráfica de la misma.

La sección Renanué corresponde a la sección 08-A de BOERSMA (1973: Fig. 21, tb. 12). Inicialmente la sección 08-A fue limitada al Eifeliense (BOERSMA, 1973). Sin embargo, SANZ-LÓPEZ (1995) reestudiando las colecciones de Boersma identificó conodontos del Givetense en cinco muestras. Mediante los hallazgos de conodontos de su única muestra de esta sección, SANZ-LÓPEZ (1995) restringe el Eifeliense a su parte más alta. Esta muestra fue tomada en la base, muy próxima a nuestra muestra 1, pero sin poder precisar la distancia estratigráfica entre ambas, ya que en el tramo de caliza packstone basal encima de las lutitas negras se reconocen varias capas. Recientemente LIAO *et al.* (2000) han reconocido el Frasnense inferior en esta sección.

Un aspecto importante de esta sección se deriva del hecho de la escasez de información detallada acerca de los conodontos del Devónico Medio y Superior de la Subfacies Renanué. La sección Renanué representa un lugar de gran interés de investigación ya que se trata de una sección con un registro paleontológico y sedimentológico muy continuo en determinados tramos y poco conocido hasta ahora. Esta es una sección pirenaica que contiene una rica y variada fauna de conodontos del Devónico Medio y Superior, lo que será muy útil en posteriores interpretaciones bioestratigráficas y reconstrucciones paleogeográficas de la/s cuenca/s pirenaica/s.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La sección Renanué se encuentra localizada dentro del Pirineo Aragonés, entre los valles de las partes altas de los ríos Esera e Isábena. Se accede por la carretera comarcal de la Provincia de Huesca C-144, que une las localidades de Castejón de Sos y Pont de Suert. En esta carretera y aproximadamente a 1 Km del pueblo de Renanué en dirección a Laspaúles, se localiza la sección estudiada (Fig.1), que consiste en sedimentos carbonáticos marinos de edad comprendida entre el Givetense (Devónico Medio) y el Frasnense Inferior (Devónico Superior).

METODOLOGÍA

Para la elaboración de este trabajo se procedió en primer lugar al levantamiento de la sección estratigráfica y la toma de muestras. El trabajo de laboratorio ha seguido la rutina clásica de procesado de muestras de conodontos; nosotros hemos utilizado ácido fórmico y lavado mediante decantación. Por último los conodontos han sido fotografiados con un microscopio de barrido ambiental (ESEM Philip).

ESTRATIGRAFÍA

Como se ha comentado anteriormente la sección Renanué corresponde al corte 08-A de BOERSMA (1973, pág. 315). Nosotros hemos realizado una descripción y muestreo mucho más detallados. La sucesión estratigráfica está compuesta por unos 50 m de calizas con algunas intercalaciones margosas; los 4 m inferiores están formados por pizarras grises-negras con lentejones de areniscas y el techo está limitado por una falla (Fig. 2). Se han reconocido 69 tramos y muestreado 71 capas.

El estudio petrográfico indica que se trata de calizas predominantemente de tipo *packstone* y *wackestone* con varios niveles de *grainstone* bioclástico y *mudstone*. La edad establecida mediante conodontos abarca desde el Eifeliense final hasta el Frasnense inferior.

SISTEMÁTICA

Los conodontos descritos en este trabajo corresponden a los elementos «Pa» (*Polygnathus*, *Skeletognathus* y *Klapperina*) e «I» (*Icriodus*); además, se hallaron numerosos elementos «Pb», ramiformes y coniformes que son coespecíficos con los elementos descritos. Sin embargo, nos hemos centrado solamente en estudiar los elementos «Pa» e «I», dejando para más adelante un posible estudio de los otros elementos y la reconstrucción de los aparatos de algunos taxones.

Para la descripción de los caracteres morfológicos de los conodontos, se han seguido principalmente la nomenclatura en castellano propuesta por GARCÍA-LÓPEZ, 1984 (Fig. 3).

El material se halla depositado en el Museo de Geología de la Universitat de València (MGUV).

Género *Icriodus* BRANSON & MEHL, 1938

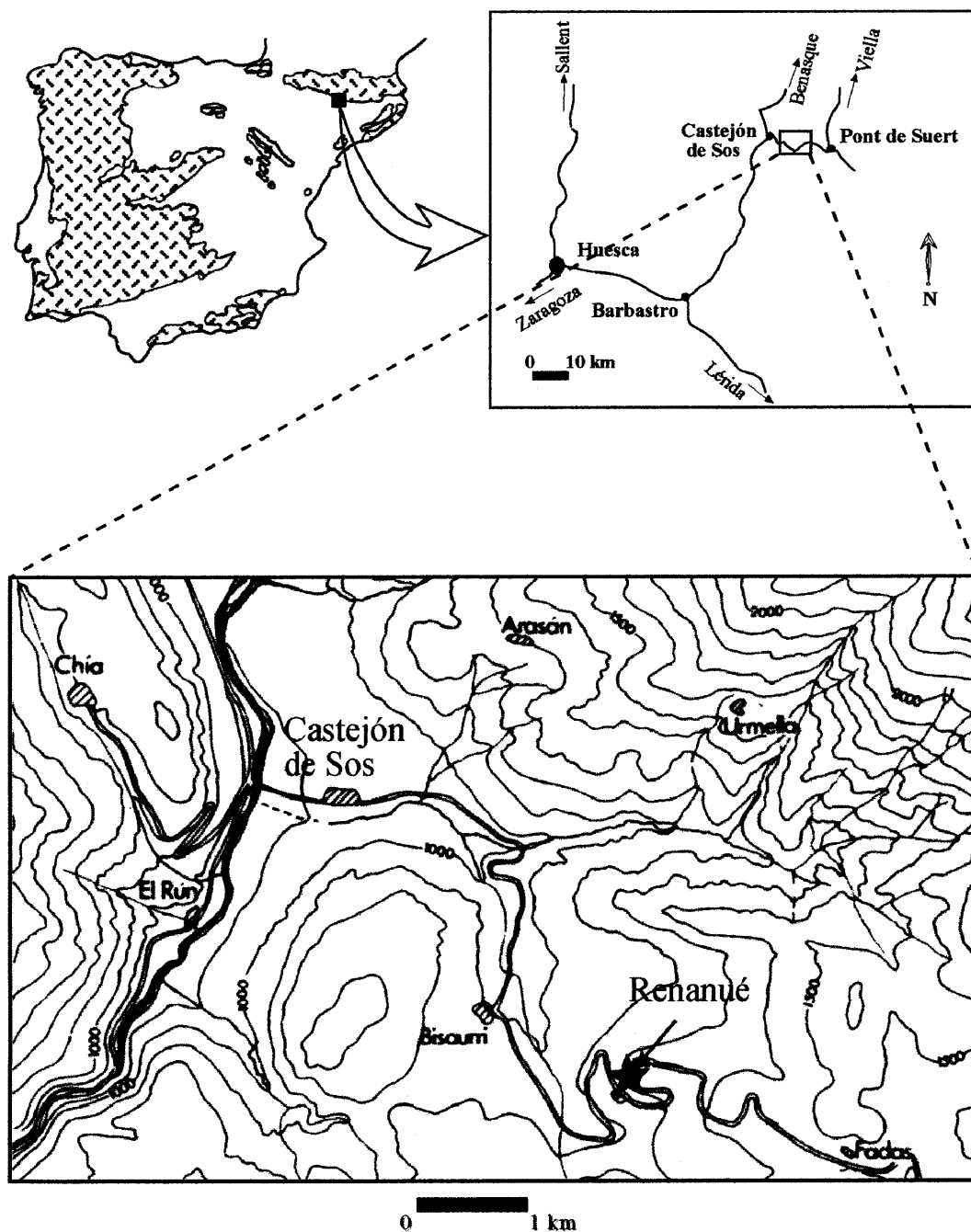


Figura 1.- Localización geográfica de la sección Renanué.
Figure 1.- Geographical setting of Renanué section.

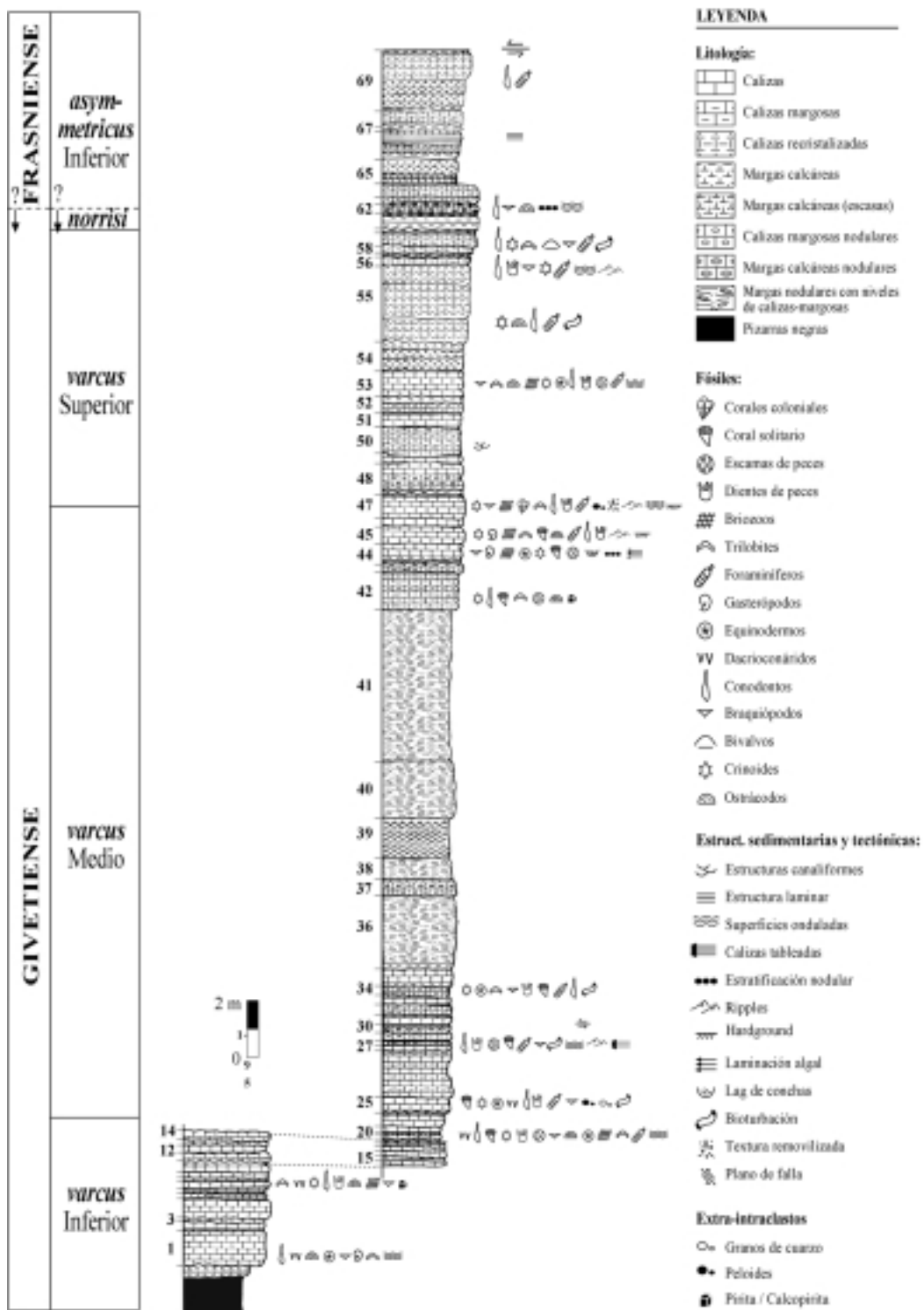


Figura 2.- Sucesión estratigráfica de Renanué con indicación de algunos niveles de importancia paleontológica.

Figure 2.- Renanué stratigraphical column showing some palaeontological relevant beds.

Icriodus brevis STAUFFER, 1940

(Lám. 2, Figs. 3, 4)

- * 1940 *Icriodus brevis* n. sp.; STAUFFER, pág. 424, Lám. 60, Figs. 36, 43-44, 52.
- 1976 *Icriodus brevis* STAUFFER; ZIEGLER & KLAPPER, pág. 117, Lám. 1, Figs. 10-16.
- 1977 *Icriodus brevis* STAUFFER; WEDDIGE, pág. 285, Lám. 2, Fig. 37.
- 1982 *Icriodus brevis* STAUFFER; UYENO *et al.*, págs. 31-32, Lám. 5, Figs. 10-16, 21-22.
- 1983 *Icriodus brevis* STAUFFER; KLUG, págs. 85-86, Figs. 12 P-R.
- 1987 *Icriodus brevis* STAUFFER; BULTYNCK, pág. 158, Lám. 6, Figs. 1-14.
- 1989 *Icriodus brevis* STAUFFER; MAWSON & TALENT, pág. 244, Lám. 1, Figs. 16-19.
- 1991 *Icriodus brevis* STAUFFER; UYENO, pág. 156, Lám. 3, Fig. 1.
- 1995 *Icriodus brevis* STAUFFER; SPARLING, pág. 1129, Figs. 5.38-5.46.
- 1995 *Icriodus brevis* STAUFFER; SANZ LÓPEZ, pág. 433, Lám. 28, Figs. 14-15.
- 1998 *Icriodus brevis* STAUFFER; ROGERS, pág. 733, Figs. 6.1, 6.7.
- 1998 *Icriodus brevis* STAUFFER; UYENO, pág. 157, ?Lám. 12, Fig. 21; Lám. 16, Figs. 29-31.
- 1999 *Icriodus brevis* STAUFFER; SPARLING, pág. 898, Figs. 3.7.

Material: 1 ejemplar en Re20.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente biconvexo. Carena anterior formada por 8 dentículos libres, finos de sección circular u oval. Carena posterior formada por 4 dentículos de sección circular unidos por una fina cresta y fusionados en sus bases; se disponen en forma de abanico con los dos últimos más altos. El último, que es el más alto, está claramente reclinado hacia atrás. Los dentículos de las filas transversales están retrasados con respecto a los de la carena; son más altos o iguales que los de la fila media. Perfil lateral cuneiforme, con la parte más estrecha situada anteriormente. Eje oro-aboral próximo al extremo posterior. La cavidad basal más estrecha en su mitad anterior. Expansiones labiales asimétricas, la externa menos desarrollada y arqueada, y la interna con una pequeña proyección anterior. Borde posterior recto y contorno del tercio posterior subpentagonal. Surco anterior ligeramente curvado y estrecho.

Discusión: El característico perfil lateral cuneiforme y la distribución de la carena posterior en abanico permiten distinguirlo de *I. lindensis*. Muchos autores han considerado sinónimos a *I. brevis* e *I. eslaensis*. Sin embargo hay una serie de sutiles diferencias que permiten distinguirlos. El dentículo posterior (cúspide principal) de *I. eslaensis* es claramente

el más alto, más grueso y está claramente diferenciado. En *I. brevis* los dos o tres últimos dentículos son más o menos de la misma altura, lo que hace que la cúspide no esté tan claramente diferenciada como en el taxón anterior. Además, la cúspide de *I. eslaensis* no está tan reclinada como en *I. brevis*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Según BULTYNCK (1987) el registro más bajo de esta especie se sitúa dentro de la Zona *timorensis* que corresponde a la parte inferior de la Subzona *varcus* Inferior. El registro más alto se halla dentro de la Zona *hermanni-cristatus* (KLAPPER & JOHNSON, 1980). Nuestro ejemplar se sitúa en la parte más alta de la Subzona *varcus* Inferior. Esta especie se ha encontrado en Europa (Pirineos, Montañas Renanas y Árdenas), en Norteamérica (Ohio, Iowa, Indiana y Mackenzie) y N. de Australia (Queensland).

Icriodus difficilis ZIEGLER & KLAPPER, 1976

(Lám. 1, Figs. 1-7)

- * 1976 *Icriodus difficilis* n. sp.; ZIEGLER & KLAPPER, pág. 117, Lám. 1, Figs. 1-7, 17.
- 1977 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; WEDDIGE, pág. 292, Lám. 2, Fig. 36; Fig. 3/Nr. 11.
- 1982 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; UYENO, pág. 32, Lám. 5, Figs. 5-9, 18-20.
- 1987 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; UYENO, págs. 180-181, Lám. 9, Figs. 25-26.
- 1989 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; MAWSON & TALENT, pág. 244, Lám. 1, Figs. 6-10.
- 1991 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; UYENO, págs. 159-160, Lám. 5, Fig. 4.
- 1992 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; CARLS & GONG, págs. 210-211, Lám. 1, Figs. 16, 17.
- 1995 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; SANZ LÓPEZ, pág. 437, Lám. 29, Figs. 8-11.
- 1998 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; ROGERS, pág. 733, Figs. 6.8-6.10.
- 1998 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; UYENO, pág. 157, Lám. 16, Figs. 1-15, 20, 21.
- 1999 *Icriodus difficilis* ZIEGLER & KLAPPER; SPARLING, pág. 898, Fig. 3.6.

Material: 21 ejemplares de los niveles Re3 (5), Re4 (2), Re5 (1), Re7 (2), Re10 (1), Re11 (2), Re16 (1), Re20 (5), Re24 (1) y Re53 (1).

Descripción: Cuerpo principal biconvexo a plano-convexo. Carena anterior provista de 8-10 dentículos de sección circular, oval o lenticular, conectados por puentes longitudinales poco marcados, o a veces ausentes (Lám. 1, Fig. 1). Carena posterior

formada por 2-3 dentículos de sección elíptica a lenticular, anchos y altos, el último es el de tamaño mayor; están conectados por un ancho puente longitudinal. La cúspide principal, situada en posición posterior, está inclinada hacia atrás. El ejemplar mencionado anteriormente solo presenta una cúspide que se une a la carena anterior por una gruesa y relativamente larga cresta. La fila media es recta a curvada. Filas laterales generalmente con 6-8 dentículos de sección circular a lenticular, conectados a la carena anterior por puentes transversales débiles, en algún ejemplar están aislados (Lám. 1, Fig. 1). Filas transversales más o menos alineadas, con dentículos de altura similar o, excepcionalmente, los dentículos de la carena son más altos (Lám. 1, Fig. 3). Algunos ejemplares (Lám. 1, Figs. 3, 7), en su mitad anterior presentan dentículos, de menor tamaño, intercalados entre los de la carena anterior, y entre los de la carena anterior y los de las filas laterales. En el cuarto anterior solo hay dentículos de la carena. El espaciado de las filas transversales es mayor anteriormente. Los dentículos laterales están alineados con los de la carena excepto en la última o dos últimas filas, que están retrasados. Eje oroboral situado cerca del extremo posterior del cuerpo principal.

Cavidad basal estrecha en su mitad anterior y muy ancha en la posterior. Expansiones labiales ligeramente asimétricas con mayor desarrollo en la mitad posterior, cuyo contorno es subpentagonal. Borde posterior recto con una pequeña inflexión interna en posición media. Espolón interno triangular muy desarrollado, proyectado hacia delante con un ángulo de unos 45°; en la unión posterior con el cuerpo principal se desarrolla un seno. Surco anterior ligeramente curvado.

Discusión: La presencia de un espolón interno marcado dirigido anteriormente y acompañado por un seno posterior es diagnóstico de esta especie. Además de esta característica, *I. difficilis* se diferencia de *I. brevis* en que la carena posterior de éste es más larga, tiene menos filas laterales y los dentículos de la fila media están adelantados con respecto a los de las filas laterales.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie comienza en el Givetense y alcanza el Frasnense bajo. Concretamente, para BULTYNCK (1987) la entrada de esta especie define la Zona de *I. difficilis*; el comienzo de esta zona se correlaciona con la parte superior de la Zona de *P. rhenanus/varcus*, zona que corresponde a la parte alta de la Subzona *varcus*

LÁMINA 1

Figs. 1-7.- *Icriodus difficilis* ZIEGLER *et al.*, 1976. Ejemplares procedentes de la capa Re 20. MGUIV 5203, 1. vista superior, 2. vista inferior; MGUIV 5204, 7. vista superior. Ejemplares procedentes de la capa Re 3. MGUIV 5205, 3. vista superior, 4. vista inferior; MGUIV 5206, 5. vista superior, 6. vista inferior.

Figs. 8-11.- *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL, 1938. Ejemplar procedente de la capa Re 53. MGUIV 5207, 8. vista superior, 9. vista inferior. Ejemplar procedente de la capa Re 11. MGUIV 5208, 10. vista superior, 11. vista inferior.

Figs. 12-16.- *Icriodus regularicrescens* BULTYNCK, 1970. Ejemplar procedente de la capa Re 4. MGUIV 5209, 12. vista superior. Ejemplares procedentes de la capa Re 3. MGUIV 5210, 13. vista superior, 14. vista inferior; MGUIV 5211, 15. vista superior, 16. vista inferior.

Figs. 17-18, 21-24.- *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL, 1938. Ejemplares procedentes de la capa Re 45. MGUIV 5212, 17. vista superior, 18. vista inferior; MGUIV 5213, 23. vista superior, 24. vista inferior. Ejemplares procedentes de la capa Re 21. MGUIV 5214, 21. vista superior, MGUIV 5215, 22. vista superior.

Figs. 19, 20.- *Icriodus* aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947. Ejemplares procedentes de la capa Re 45. MGUIV 5216, 19. vista superior, 20. vista inferior. Escala gráfica = 200 µm

PLATE 1

Figs. 1-7.- *Icriodus difficilis* ZIEGLER *et al.*, 1976. Specimens from bed Re 20. MGUIV 5203, 1. upper view, 2. lower view; MGUIV 5204, 7. upper view. Specimens from bed Re 3. MGUIV 5205, 3. upper view, 4. lower view; MGUIV 5206, 5. upper view, 6. lower view.

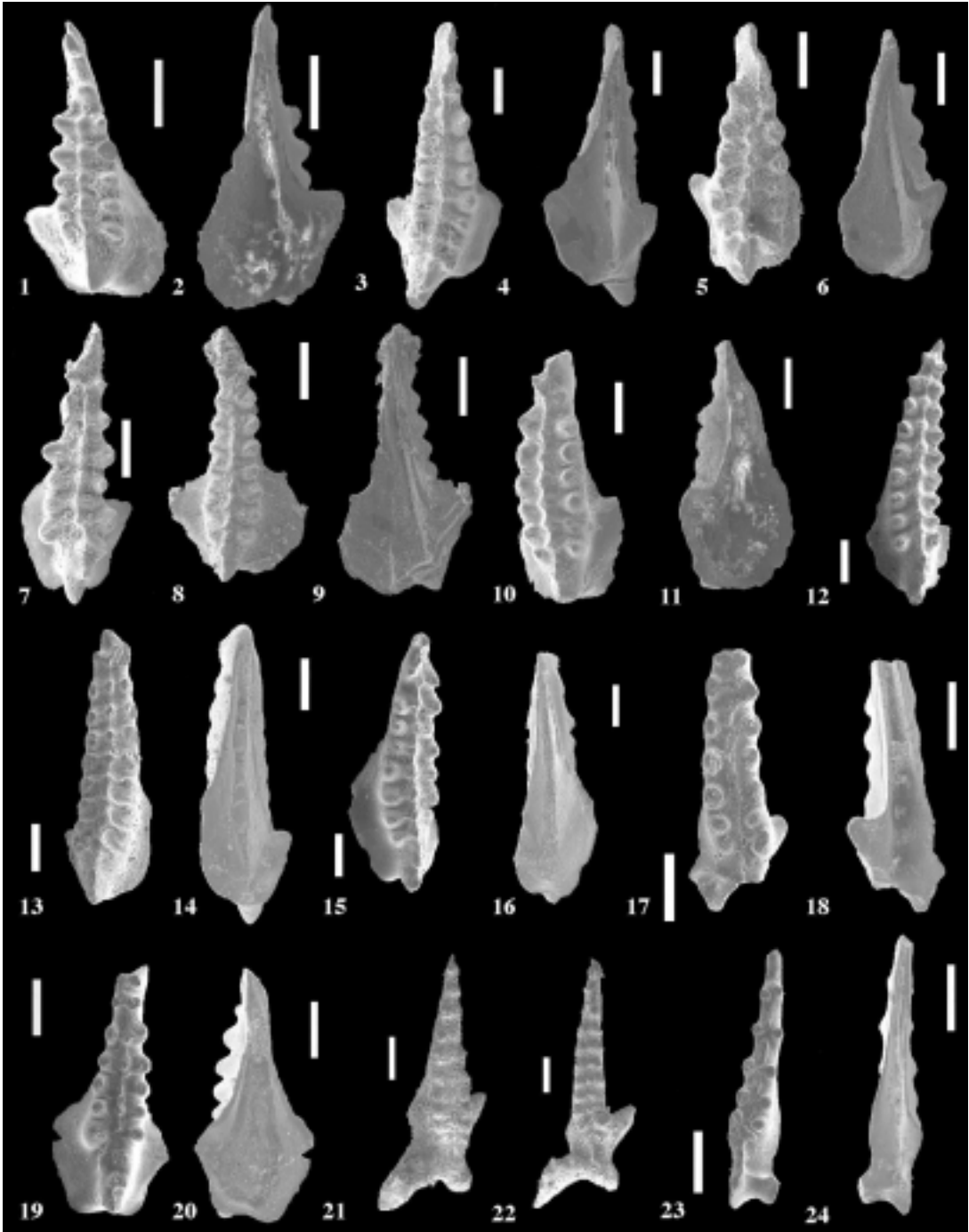
Figs. 8-11.- *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL, 1938. Specimen from bed Re 53. MGUIV 5207, 8. upper view, 9. lower view. Specimen from bed Re 11. MGUIV 5208, 10. upper view, 11. lower view.

Figs. 12-16.- *Icriodus regularicrescens* BULTYNCK, 1970. Specimen from bed Re 4. MGUIV 5209, upper view. Specimens from bed Re 3. MGUIV 5210, 13. upper view, 14. lower view; MGUIV 5211, 15. upper view, 16. lower view.

Figs. 17-18, 21-24.- *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL, 1938. Specimens from bed Re 45. MGUIV 5212, 17. upper view, 18. lower view; MGUIV 5213, 23. upper view, 24. lower view. Specimens from bed Re 21. MGUIV 5214, 21 upper view; MGUIV 5215, 22. upper view.

Figs. 19, 20.- *Icriodus* aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947. Specimens from bed Re 45. MGUIV 5216, 19. upper view, 20. lower view. Scale = 200 µm

LÁMINA 1/PLATE 1



Inferior. Según WEDDIGE (1977), *I. difficilis* comenzaría un poco más tarde (parte alta de la Zona *ansatus*). Para SANZ LÓPEZ (1995), basándose en KÖNIGSHOF & PÍCHA (1991), alcanzaría el techo de la Zona *falsiovalis* Superior.

Se ha encontrado en Europa (Montañas Renanas y Pirineos), Norteamérica (Ohio, Iowa y Mackenzie), N. de Australia (Queensland) y China (región de Yunnan).

Icriodus aff. *expansus* BRANSON & MEHL, 1938
(Lám. 1, Figs. 8-11)

Material: 10 ejemplares de los niveles Re3 (2), Re11 (2), Re20 (1), Re45 (1) y Re53 (4).

Descripción: Cuerpo principal biconvexo triangular, con la máxima anchura en la mitad posterior. Carena anterior formada por 5-10 dentículos de sección circular a elíptica conectados por puentes longitudinales cortos; en vista lateral tiene un perfil aserrado. Carena posterior compuesta por 2-3 dentículos anchos, sección circular a oval, más o menos fusionados y unidos por una cresta. Cúspide recta y de mayor talla. Las filas laterales tienen 5-9 dentículos de sección circular, oval o elíptica y están unidos con los dentículos de la carena anterior por puentes transversales; en algunos ejemplares los dentículos laterales se alargan transversalmente en dirección de la carena, adquiriendo un aspecto lacrimiforme. Los dentículos laterales de las dos últimas filas transversales ocupan posiciones más retrasadas con respecto a los de la carena, y anteriormente ocupan posiciones ligeramente más adelantadas. Los dentículos laterales y los de la fila media son aproximadamente de igual altura. Eje oro-aboral próximo al borde posterior del cuerpo principal. Cavidad basal más estrecha en su mitad anterior. Expansiones labiales muy anchas en la mitad posterior, confiriéndole a esta parte un contorno subcircular. Borde posterior recto a ligeramente curvado, y en este caso con un contorno convexo. Surco anterior algo curvado.

Discusión: Se diferencia de *I. expansus* por tener mayor número de filas transversales y porque los dentículos de la carena anterior están unidos y son de menor talla que los de *I. expansus*. En nuestros ejemplares los dentículos laterales están unidos a los de la carena por puentes transversales, mientras que en *I. expansus* están separados. Además los dentículos laterales y de la carena anterior de los ejemplares pirenaicos están preferentemente alineados mientras que en *I. expansus* los de la carena están claramente

adelantados. Las expansiones labiadas de nuestros ejemplares son mucho más anchas que en los típicos *I. expansus*. Por todo ello clasificamos nuestros ejemplares como *I. aff. expansus*.

La ausencia de un claro espolón interno y al asociado seno marcado lo diferencian de *I. arkonensis*. Además, en *I. arkonensis* los dentículos laterales tienden a fusionarse con los de la carena dando lugar al desarrollo de crestas transversales; tales crestas no existen en nuestros ejemplares. Por último, la plataforma de *I. arkonensis* es mucho más ancha.

Icriodus latericrescens latericrescens
BRANSON & MEHL, 1938
(Lám. 1, Figs. 17, 18, 21-24)

- * 1938 *Icriodus latericrescens* n. sp.; BRANSON & MEHL, págs. 164-165, Lám. 26, Figs. 30-32, 34, 35.
- 1965 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; WITTEKINDT, págs. 628-629, Lám. 1, Figs. 6-8.
- 1967 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; KLAPPER *et al.*, págs. 74-75, Lám. 10, Figs. 4-9; Lám. 11, Figs. 1-5.
- 1970 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; SEDDON, págs. 53-54, Lám. 4, Figs. 4-7.
- 1971 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; ORR, pág. 36, Lám. 2, Figs. 10-13, 18, 19.
- 1975 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; KLAPPER *et al.* (in ZIEGLER (ed.), Catalogue of Conodonts II), págs. 127-129, Lám. 2, Fig. 5.
- 1982 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; UYENO, TELFORD & SANDFORD, pág. 32, Lám. 4, Figs. 27-30.
- 1983 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; KLUG, pág. 86, Figs. 8 V-AD.
- 1995 *Icriodus* cf. *latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; SANZ LÓPEZ, pág. 437, Lám. 28, Figs. 11-13.
- 1998 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; ROGERS, pág. 733, Figs. 6.11-6.12.

Material: 11 ejemplares de los niveles Re21 (4), Re45 (3), Re47 (3) y Re51 (1)

Descripción: Cuerpo principal delgado, alargado, biconvexo o cóncavo-convexo.

Carena anterior compuesta por 6-9 dentículos pequeños, de sección elíptica o lenticular, distribuidos variablemente; en general libres, alguno se conecta mediante débiles puentes oblicuos incipientes a los laterales. Unos pocos ejemplares (Lám. 1, Fig. 23) presentan dos dentículos entre algunas de las filas transversales. Carena posterior que se curva internamente, está formada por 3-4 dentículos fusio-

nados o individualizados, que puede ser finos y de sección lenticular. Filas laterales con 6-9 dentículos, de sección circular a oval. El espaciado es mayor en la parte anterior, donde no hay fila media. Los dentículos de las filas transversales están alineados entre sí siempre, pero, en algunos ejemplares, no con los de la carena. La altura de los dentículos de la fila media es mucho más baja que la de los de las filas laterales, dando lugar a la existencia de un surco en sección transversal. En el lado externo, hay un proceso posterolateral que proximalmente forma unos 90° con la carena posterior, y distalmente se curva hacia atrás. La carena exterior conecta con la posterior delante de la cúspide. Este proceso está ornamentado por 2-4 dentículos aislados, situados en posición central, y más o menos marcados que, en algún caso, se unen por débiles puentes transversales a algún dentículo lateral (Lám. 1, Fig. 21). Proceso lateral interno, dirigido anteriormente, menos desarrollado y sin dentículos. Eje oro-aboral se encuentra cerca del extremo posterior del cuerpo principal. La cavidad basal es más ancha en su tercio posterior. Expansiones labiales algo simétricas, más desarrolladas en su mitad posterior, en cuyo lado interno se aprecia un espolón dirigido oblicuamente hacia delante. El borde posterior es más bien cóncavo. Expansión postero-lateral formando casi 180° con el espolón anterior. Surco anterior ligeramente curvado. Surco posterior formando unos 135° con el anterior.

Discusión: La siguiente combinación de caracteres permite reconocer este taxón: 1) proceso lateral-posterior unido a la carena por delante de la cúspide principal; 2) desarrollo de una depresión, más marcada en la parte posterior de la plataforma, debido a que la altura de los dentículos de la fila media es menor que la de los laterales; 3) carena anterior no desarrollada a lo largo de toda la longitud del cuerpo principal.

La mayor talla y el aspecto redondeado de los dentículos de la carena anterior, así como el aspecto mucho más grueso y robusto de *I. latericrescens robustus* diferencia este taxón de *I. latericrescens latericrescens*.

Distribución estratigráfica y geográfica: esta especie tiene un rango que se restringe a la parte alta del Givetense (hasta el límite Devónico Medio/Superior). Se ha registrado en Europa (Pirineos y las Montañas Renanas) y Norteamérica (Missouri, Ontario, Iowa, Texas, Illinois, Nueva York, Ohio, Indiana y Kentucky).

Icriodus lindensis WEDDIGE, 1977

(Lám. 2, Figs. 1, 2)

- * 1977 *Icriodus lindensis* n. sp.; WEDDIGE, pág. 293, Lám. 2, Figs. 38-39; Fig. 3/Nr.15.
- 1987 *Icriodus lindensis* WEDDIGE; BULTYNCK, pág. 159, Lám. 4, Figs. 17-22.
- 1992 *Icriodus lindensis* WEDDIGE; CARLS & GONG, pág. 210, Lám. 1, Figs. 12-13.
- 1995 *Icriodus lindensis* WEDDIGE; SPARLING, pág. 1131, 1133, Figs. 6.28-6.30.
- 1995 *Icriodus lindensis* WEDDIGE; SANZ LÓPEZ, pág. 438, Lám. 28, Figs. 8-9.

Material: 1 ejemplar en el nivel Re20.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente biconvexo y estrecho. Carena anterior formado por 6 dentículos de sección circular a lenticular. El comienzo de ésta es difuso. Carena posterior ligeramente desplazada con respecto a la anterior; tiene 3 dentículos de sección lenticular, que crecen gradualmente en dirección posterior y que están fusionados en sus bases. La cúspide, que se reclina posteriormente, es ligeramente más ancha y alta que los otros dos dentículos. Filas laterales con 6 dentículos de sección circular, conectados (pocos) con la carena anterior por débiles puentes transversales. Espaciado regular de las filas transversales. Los dentículos de las filas transversales se retrasan a los de la fila media, formando un cierto ángulo obtuso y son de altura similar. En vista lateral los perfiles inferior y superior son, más o menos, paralelos. Eje oro-aboral ubicado cerca del extremo posterior. Cavidad basal más estrecha en su mitad anterior. Expansiones labiales asimétricas que aumentan de anchura en el último tercio posterior, la interna está más desarrollada. Contorno posterior en forma de «U». Borde posterior recto. Surco anterior ligeramente curvado.

Discusión: Esta especie se caracteriza principalmente por la presencia de 3 dentículos en la carena posterior, con dos de ellos fusionados en su base. *I. lindensis* se diferencia de *I. brevis* (además de las diferencias ya discutidas allí) porque los dentículos de la carena posterior de *I. brevis* están más individualizados, ésta es más larga que la de *I. lindensis* y el/los dentículo/s posterior/es está/n más reclinado/s. En vista lateral el perfil de *I. lindensis* es subrectangular. En vista aboral, la cavidad basal de *I. brevis* es ligeramente más ancha.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se restringe al Givetense, WEDDIGE (1977) propone un rango desde la parte más alta de la Zona *ensensis* a la mitad inferior de la Subzona *varcus* Inferior; posteriormente BULTYNCK (1987) extiende un poco, tanto por arriba como por abajo, el rango de

este taxón, pero queda limitado a estas dos zonas. Se ha encontrado en Europa (Árdenas, Pirineos y Renania), en el pre-sahariano marroquí, Norteamérica (Ohio) y en China (región de Yunnan).

Icriodus aff. *regularicrescens* BULTYNCK, 1970
(Lám. 1, Figs. 12-16)

Material: 18 ejemplares de los niveles Re3 (6), Re4 (2), Re5 (1), Re6 (1), Re7 (2), Re10 (1), Re19 (1) y Re20 (4).

Descripción: Cuerpo principal alargado, biconvexo o convexo-cóncavo. Carena anterior formada por 8-10 dentículos de sección circular u oval conectados por puentes longitudinales delgados. En general, la altura de estos dentículos aumenta a partir de la mitad anterior del cuerpo principal. Carena posterior con 2-3 dentículos unidos por una cresta corta y robusta (a veces fusionados); cúspide alta y ancha. Filas laterales compuestas por 8-9 dentículos, de sección circular a oval conectadas con la carena anterior por puentes transversales bien marcados. Estos dentículos están retrasados con respecto a los de la carena, más marcadamente en la parte posterior. El espaciado de las filas transversales aumenta posteriormente en los ejemplares juveniles. Eje oro-aboral ubicado próximo al borde posterior del cuerpo principal. La cavidad basal es más estrecha en su mitad anterior o en las dos terceras partes anteriores. Expansiones labiales asimétricas con un espolón inicial interno que forma un ángulo de unos 30° con el eje antero-posterior; el labio externo se expande progresivamente en dirección anterior. Borde posterior convexo y contorno en forma de «U». Surco anterior recto.

Discusión: Nuestros ejemplares se diferencian *I. regularicrescens* por la forma y ornamentación de la plataforma. Los ejemplares figurados por BULTYNCK (1970) poseen dentículos claramente individualizados y los dentículos de la carena anterior están notoriamente adelantados. También las expansiones de la cavidad basal son más anchas en los ejemplares de BULTYNCK (1970). No obstante hay un ejemplar figurado por BULTYNCK (1987, Lám. 4, Fig. 11) que está muy próximo a nuestros ejemplares excepto por la amplia cavidad basal. Dos de los ejemplares figurados por WEDDIGE, 1977 (Lám. 2, Figs. 30, 32) también presentan claros puentes transversales y filas más o menos alineadas como en nuestros ejemplares, pero en menor número. Aunque hay ciertas semejanzas con algunos de

los ejemplares incluidos dentro del espectro de *I. regularicrescens*, preferimos por el momento no incluir nuestros ejemplares dentro de este taxón y los clasificamos como *I. aff. expansus*.

La expansión externa y el claro espolón interno de algunos de nuestros ejemplares permiten distinguirlos de *I. obliquimarginatus*. Además, los dentículos laterales de este taxón están más claramente retrasados y no tiene puentes transversales. Por último, los dentículos de la carena posterior de *I. obliquimarginatus* son más altos.

Icriodus aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947
(Lám. 1, Figs. 19-20)

Material: 1 ejemplar incompleto en el nivel Re45.

Descripción: Cuerpo principal corto y biconvexo. Carena anterior formada por al menos 5 dentículos de sección lenticular y tamaño diminuto que aumenta anteriormente, conectados por débiles aristas longitudinales que recorren el fondo de los surcos transversales. Carena posterior con 3 dentículos, sección circular; los dos últimos están unidos por una cresta dibujando una forma de media luna. Cúspide muy alta y reclinada.

Filas laterales con al menos 7 dentículos de sección circular, tamaño más grande que los de la fila media por lo que en sección transversal hay una depresión media más marcada posteriormente. Anteriormente, cuando ya no hay carena anterior, los dentículos laterales se unen en crestas transversales. Las filas transversales se ordenan irregularmente. El espaciado de las filas transversales se mantiene constante, excepto en la parte anterior que aumenta. Eje oro-aboral cerca del margen posterior; expansiones labiales simétricas con amplias expansiones laterales, sin llegar a desarrollar espolones. Contorno posterior subpentagonal. Borde posterior recto con pequeña invaginación. Surco anterior, aunque recubierto por matriz, parece ligeramente curvado en su primer tercio anterior.

Discusión: Este ejemplar se parece a *I. subterminus* en la disposición de los dentículos sobre la plataforma; sin embargo, nuestro ejemplar tiene más dentículos, tanto laterales como en la carena anterior, que el holotipo y material figurado y adscrito a esta especie por WEDDIGE, 1977 (Lám. 2, Figs. 44-45), RACKI & BULTYNCK, 1993 (Lám. 3, Fig. 8) y UYENO, 1998 (Lám. 18, Figs. 21-24). Por el momento y hasta que dispongamos de más material que per-

mita hacer un estudio de la variabilidad de esta forma, clasificamos este ejemplar en nomenclatura abierta.

Distribución estratigráfica y geográfica: Se ha reconocido en la muestra Renanué 45, asociado a otros taxones que indican una edad de Givetense alto, Subzona *varcus* Superior.

Género *Polygnathus* HINDE, 1879

Polygnathus aff. *P. angustidiscus* YOUNGQUIST,
1945 *sensu* KLAPPER & LANE, 1985
(Lám. 4, Figs. 29, 30)

1985 *Polygnathus* aff. *P. angustidiscus* YOUNGQUIST, KLAPPER & LANE; pág. 932, Lám. 16, Figs. 2-6.

Material: Un ejemplar fragmentado del nivel Re56.

Discusión: A pesar de disponer de un solo ejemplar incompleto, las características diagnósticas de este taxón mencionadas por Klapper & Lane, presencia de una lámina alta y de una carena que se extiende más allá de la plataforma se reconocen muy bien en nuestro ejemplar. Este último carácter permite distinguirlo de otros taxones del género.

Distribución estratigráfica y geográfica: Los 10 ejemplares clasificados por Klapper & Lane (1985) proceden de una sola muestra que ellos aproximan a la parte baja de la Zona *asymmetricus* Media.

Polygnathus cristatus HINDE, 1879
(Lám. 4, Figs. 10, 13)

1957 *Polygnathus cristata* HINDE; BISCHOFF & ZIEGLER, págs. 86-87, Lám. 15, Figs. 1a, b, 2-12, 13a, b, 16; Lám. 17, Figs. 12, 13.

1967 *Polygnathus cristata* HINDE; WIRTH, pág. 224, Lám. 21, Fig. 18.

1970 *Polygnathus cristata* HINDE; SEDDON, pág. 57, Lám. 9, Figs. 13-15.

1971 *Polygnathus cristatus* HINDE; ORR, pág. 48, Lám. 6, Figs. 1-2.

1980 *Polygnathus cristatus* HINDE; JOHNSON, KLAPPER & TROJAN, Lám. 3, Fig. 36.

1991 *Polygnathus cristatus* HINDE; UYENO, Lám. 4, Fig. 23.

non *Polygnathus* (?) *cristatus* BRYANT; RACKI & BULTYNCK, 1993 Lám. 4, Fig. 15 (= *P. ordinatus*),

1993 *Polygnathus* (?) *ordinatus* BRYANT; RACKI & BULTYNCK, Lám. 4, Fig. 16.

1995 *Polygnathus cristatus* HINDE; SANZ LÓPEZ, pág. 490, Lám. 31, Figs. 3-4, 6.

Material: 9 ejemplares de los niveles Re56 (4), Re62 (1) y Re69 (4)

Descripción: Cuerpo principal de aspecto ovalado-romboidal muy ancho. Plataforma ligeramente asimétrica, el lado externo algo más ancho. Anchura máxima en la mitad anterior de la plataforma. Lámina libre muy corta de longitud, que representa casi una quinta parte de la unidad con 5-8 denticulos libres solo en sus puntas; algunos ejemplares, hay dos más altos. Carenas anterior y posterior formando un conjunto de 9-12 denticulos alineados, de aproximadamente igual altura, de sección circular, cúspide redondeada, más bajos que los de la lámina libre. En vista oral presenta 2 filas longitudinales de nodos gruesos esféricos alargados transversalmente, aislados y de tamaño variable, distribuidas a ambos lados de la plataforma y subparalelas a la carena. En general, los nodos anteriores y más próximos a la carena son más grande que los posteriores y marginales. Pequeño desarrollo de los surcos marginales anteriores. En vista lateral, cuerpo plano ligeramente doblado anteriormente en dirección aboral. Eje oro-aboral localizado casi en el final posterior de la región anterior de la plataforma. Cavidad basal pequeña, labiada y larga que se continúa anteriormente en un surco relativamente ancho y posteriormente en una quilla.

Discusión: La ornamentación longitudinal de nodos gruesos es la principal característica de este taxón. Presenta cierta semejanza con *P. ordinatus*, sin embargo, en éste los nodos están unidos en filas continuas que son más estrechas, surcos más marcados, lámina libre más larga y alta, plataforma más estrecha y fuerte curvatura aboral en los dos lados, que en vista lateral le confiere un aspecto fuertemente convexo a la unidad. Las diferencias con *Klapperina ovalis* se comentan allí.

Distribución estratigráfica y geográfica: Inicialmente KLAPPER & ZIEGLER (1979) consideraron que esta especie tenía un rango Givetense superior-Frasniense inferior (desde la Subzona *hermanni-cristatus* Superior hasta la Zona *asymmetricus* Media o incluso hasta la Zona *punctata*); pero posteriormente KLAPPER & JOHNSON (1990), lo limitan al Givetense superior al indicar su desaparición en la Subzona *disparilis* Superior. Este taxón se registra en Europa (Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Pirineos y Montañas de Holy Cross) y Norteamérica (Indiana, Texas, Nevada y Mackenzie).

Polygnathus decorosus STAUFFER, 1938

(Lám. 4, Fig. 11)

- * 1938 *Polygnathus decorosus* n. sp.; STAUFFER, pág. 438, Lám. 53, Figs. 5, 6, 10, 15, 16.
- 1967 *Polygnathus decorosus* STAUFFER; WIRTH, pág. 225, Lám. 21, Figs. 19a, b, 20.
- 1970 *Polygnathus decorosus* STAUFFER; KLAPPER *et al.*, Lám. 3, Figs. 1-6.
- 1971 *Polygnathus decorosus* STAUFFER; ORR, pág. 48, Lám. 4, Figs. 1-5.
- 1985 *Polygnathus* cf. *decorosus* STAUFFER; KLAPPER & LANE, pág. 935, Fig. 18.7.
- 1992 *Polygnathus decorosus* STAUFFER; CARLS & GONG, págs. 216-217, Lám. 4, Figs. 9-11.
- 1995 *Polygnathus decorosus* STAUFFER; SANZ LÓPEZ, pág. 491, Lám. 34, Fig. 7.

Material: 22 ejemplares de los niveles Re58 (12), Re59 (9) y Re60 (1).

Descripción: Cuerpo principal esbelto y estrecho, ligeramente asimétrico y forma sagitada. Talla peque-

ña. Lámina libre muy alta y con longitud variable desde casi la mitad a un tercio de la unidad, con 12-14 dentículos de sección elíptica u oval, lateralmente comprimidos y libres solo en sus puntas; de altura similar o a veces, los dentículos anteriores son más altos. Carena anterior con 4-5 dentículos fusionados, formando una cresta fina y más bajos que los de la lámina libre. Carena posterior, formada por más de 5 dentículos interconectados de sección nodular subcircular, el tamaño de los nódulos aumenta anteriormente llegando a ser más altos que los de la carena anterior y de nuevo decrecen posteriormente. La plataforma presenta dentículos/nodos afilados marginales marcados o tenues y alargados longitudinalmente adquiriendo, en algún caso, un aspecto de finas crestas; surcos adcarenales estrechos y someros. Surcos marginales anteriores cóncavos hacia arriba. En vista lateral los bordes anterior y posterior están curvados aboralmente, más marcadamente el posterior. Márgenes de la plataforma crenulados y ligeramente más altos que la carena. Eje oro-aboral ubicado en la

LÁMINA 2

Figs. 1, 2.- *Icriodus lindensis* WEDDIGE, 1977. Ejemplar procedente de la capa Re 20. MGUV 5217, 1. vista superior, 2. vista inferior (escala gráfica= 100 µm).

Figs. 3, 4.- *Icriodus brevis* STAUFFER, 1940. Ejemplar procedente de la capa Re 20. MGUV 5218, 3. vista superior, 4. vista inferior.

Figs. 5-13, 15-18.- *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE, 1879. Ejemplares procedentes de la capa Re 1. MGUV 5219, 5. vista superior, 6. vista latero-superior (escala gráfica=500 µm), 7. vista inferior; MGUV 5220, 8. vista latero-superior (escala gráfica=500 µm), 9. vista inferior; MGUV 5221, 10. vista inferior (escala gráfica=500 µm), 11. vista superior (escala gráfica=500 µm); MGUV 5222, 12. vista latero-superior (escala gráfica=500 µm), 13. vista inferior (escala gráfica=500 µm); MGUV 5223, 15. vista latero-superior, 16. vista inferior. Ejemplar procedente de la capa Re 20. MGUV 5224, 17. vista latero-superior (escala gráfica=500 µm), 18. vista inferior (escala gráfica=500 µm).

Figs. 14, 19-24.- *Polygnathus linguiformis* ssp. Ejemplar procedente de la capa Re 1. MGUV 5225, 14. detalle de la cavidad basal (escala gráfica=100 µm), 19. vista latero-superior, 20. vista inferior. Ejemplares procedentes de la capa Re 42. MGUV 5226, 21. vista superior, 22. vista inferior; MGUV 5227, 23. vista superior, 24. vista inferior.

Figs. 25-28.- *Polygnathus linguiformis klapperi* CLAUSEN *et al.*, 1979. Ejemplares procedentes de la capa Re 19. MGUV 5228, 25. vista inferior (escala gráfica=500 µm), 26. vista superior (escala gráfica=500 µm); MGUV 5229, 27. vista superior (escala gráfica=500 µm), 28. vista inferior (escala gráfica=500 µm). (escala gráfica=200 µm, cuando no se indica otro valor).

PLATE 2

Figs. 1, 2.- *Icriodus lindensis* WEDDIGE, 1977. Specimen from bed Re 20. MGUV 5217, 1. upper view, 2. lower view (bar= 100 µm).

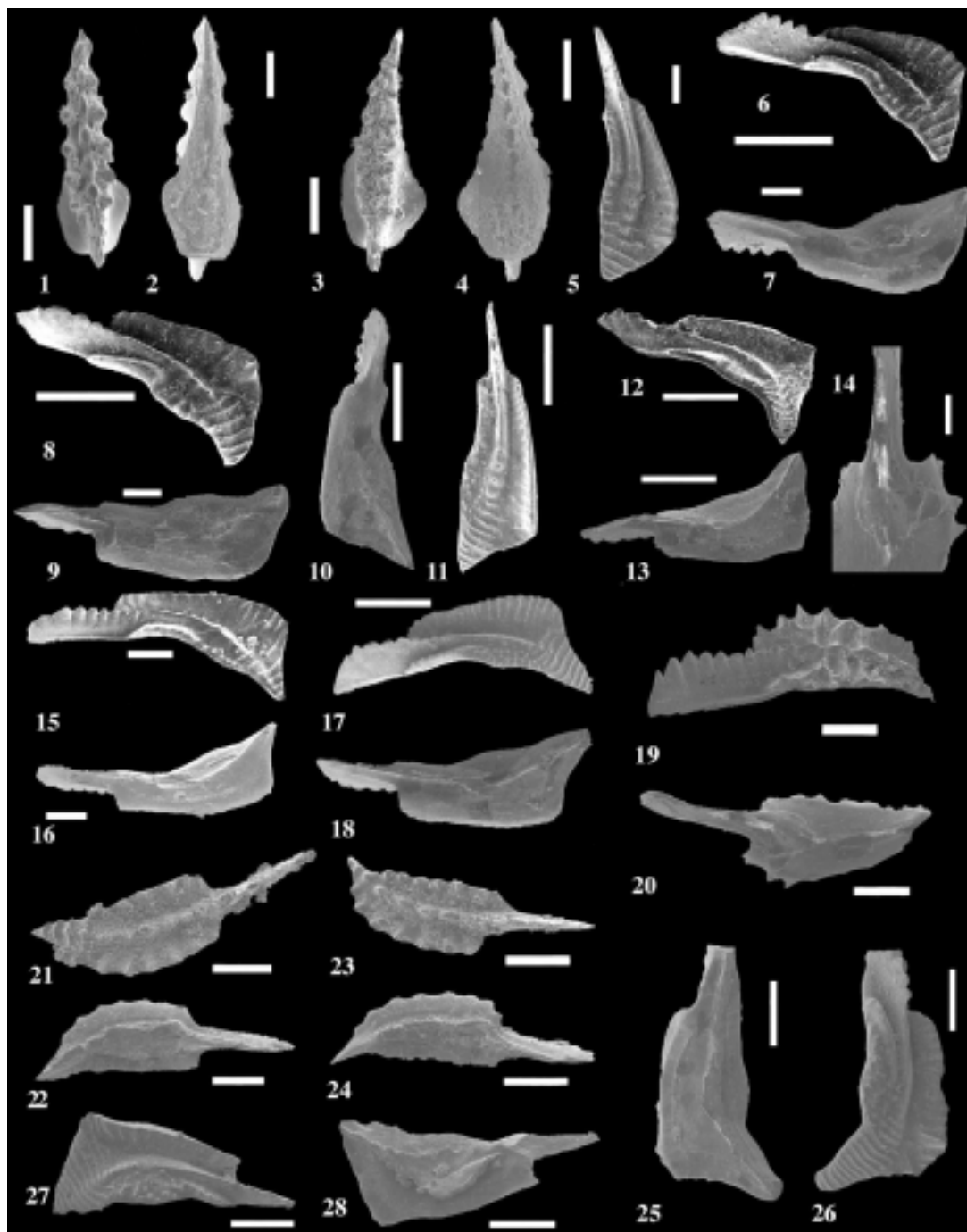
Figs. 3, 4.- *Icriodus brevis* STAUFFER, 1940. Specimen from bed Re 20. MGUV 5218, 3. upper view, 4. lower view.

Figs. 5-13, 15-18.- *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE, 1879. Specimens from bed Re 1. MGUV 5219, 5. upper view, 6. upper-lateral view (bar=500 µm), 7. lower view. MGUV 5220, 8. upper-lateral view (bar=500 µm), 9. lower view; MGUV 5221, 10. lower view (bar=500 µm), 11. upper view (bar=500 µm); MGUV 5222, 12. upper-lateral view (bar=500 µm), 13. lower view (bar=500 µm); MGUV 5223, 15. upper-lateral view, 16. lower view. Specimen from bed Re 20. MGUV 5224, 17. upper-lateral view (bar=500 µm), 18. lower view (bar=500 µm).

Figs. 14, 19-24.- *Polygnathus linguiformis* ssp. Specimen from bed Re 1. MGUV 5225, 14. detail of basal cavity (bar=100 µm), 19. upper-lateral view, 20. lower view. Specimens from bed Re 42. MGUV 5226, 21. upper view, 22. lower view; MGUV 5227, 23. upper view, 24. lower view.

Figs. 25-28.- *Polygnathus linguiformis klapperi* CLAUSEN *et al.*, 1979. Specimens from bed Re 19. MGUV 5228, 25. lower view (bar=500 µm), 26. upper view (bar=500 µm). MGUV 5229, 27. upper view (bar=500 µm), 28. lower view (bar=500 µm). (scale bar=200 µm, otherwise explained).

LÁMINA 2/PLATE 2



región anterior. Cavidad basal relativamente grande, simétrica, labiada y de contorno subcircular. Anteriormente se continúa en un surco ancho y posteriormente en una quilla surcada y ligeramente curvada.

Discusión: Además de las diferencias enumeradas allí, *P. decorosus* se distingue de *P. xylus* por presentar una cavidad basal simétrica que se dispone en una posición ligeramente posterior.

Distribución estratigráfica y geográfica: Este taxón es exclusivamente Frasnense; según ZIEGLER (1973) se extendería desde la Zona de *Ancyrognathus triangularis* hasta la parte más alta de la Zona de *gigas*; posteriormente, ZIEGLER & SANDBERG (1990) extienden ligeramente su rango inferior hasta la Zona de *asymmetricus* Inferior. Esta especie se ha encontrado en Europa (Pirineos), Norteamérica (Ohio, Iowa y Mackenzie), oeste de Australia y China (región de Yunnan).

Polygnathus dengleri BISCHOFF & ZIEGLER, 1957
(Lám. 4, Figs. 7-9, 12)

* 1957 *Polygnathus dengleri* n. sp.; BISCHOFF & ZIEGLER, pág. 87, Lám. 15, Figs. 14, 15, 17-24; Lám. 16, Figs. 1-4.

1965 *Polygnathus dengleri* BISCHOFF & ZIEGLER; ZIEGLER, pág. 671, Lám. 6, Figs. 1-6.

1980 *Polygnathus dengleri* BISCHOFF & ZIEGLER; JOHNSON *et al.*, pág. 102, Lám. 4, Figs. 24-28, 30.

1993 *Polygnathus dengleri* BISCHOFF & ZIEGLER; RACKI & BULTYNCK, Lám. 4, Fig. 13; Lám. 5, Figs. 3-5, 7, (non Fig. 6).

Material: 119 ejemplares de los niveles Re56 (47), Re58 (13), Re59 (1), Re62 (33), Re63 (16), Re64 (5) y Re69 (4).

Descripción: Cuerpo principal alargado de aspecto subtriangular muy variable, dominando las formas ovales y acorazonadas. Márgenes de la plataforma simétricos. Anchura máxima hacia la mitad de la plataforma. Lámina libre muy corta y alta, ocupando una quinta parte de la longitud total, provista de 4-5 dentículos inclinados hacia atrás, de cúspide muy aguda con los anteriores, un poco más altos. Margen anterior convexo que junto a la altura e inclinación de los dentículos confiere a la unidad, en vista lateral, un aspecto característico en forma de cuña. Carena anterior formada por dentículos fusionados en una cresta, o libres solo en sus puntas; carena posterior con unos 7 dentículos libres afilados, de sección circular, tamaños similares, más altos que los de la carena anterior y sobrepasando posteriormente los márgenes latera-

les. Plataforma ornamentada por crestas transversales finas y cortas o por una alternancia de nodos con filas de nodos finas que en los dos casos se disponen contiguas a las anchas fosas planas y lisas situadas a ambos lados de la carena. Otro tipo de ornamentación es el formado por nodos finos distribuidos al azar por toda la plataforma. En vista lateral el conjunto es aplanado y ambos extremos se curvan ligeramente en dirección aboral. Eje oro-aboral localizado en la parte anterior de la plataforma. Cavidad basal diminuta, oval con reborde fino, que se continúa en quillas rectas surcadas.

Discusión: *P. dengleri*, presenta una gran variabilidad morfológica que queda ya reflejada en el material topotípico, y que ha dado lugar a la creación de tres morfotipos cuyas características son las siguientes:

a) Morfotipo a (KLAPPER, 1980): Caracterizada por presentar la lámina libre más larga y la plataforma más oval sin llegar a la extremidad distal. Ornamentación gruesa e irregular, restringida en los márgenes de la plataforma.

b) Morfotipo b (BULTYNCK & JACOBS, 1981): forma precoz; caracterizada por una ornamentación gruesa e irregular. En las formas a y b, los márgenes anteriores de la plataforma son perpendiculares a la lámina. Las fosas laterales son grandes y profundas.

c) Morfotipo g: forma tardía y holotipo. Caracterizada por una ornamentación nodulosa y costillas finas.

Aunque nuestros ejemplares presentan una lámina libre muy corta, los incluimos dentro del morfotipo a porque la plataforma no llega al extremo distal, y la ornamentación se limita a los márgenes laterales.

Distribución estratigráfica y geográfica: Este taxón tiene un rango muy corto limitado entre las zonas de *dengleri* (=Subzona *disparilis* Superior) y de *asymmetricus* Inferior, es decir, entre la parte final del Givetense y la parte más baja del Frasnense. Registros de esta especie se citan en Europa (Pirineos, Montañas Renanas, Montañas Holy Cross, Alpes Cárnicos austriacos e italianos, Cornwall y Devon), Marruecos, Norteamérica (Michigan, Nevada, Mackenzie y Nueva York) y al oeste de Australia.

Polygnathus dubius HINDE, 1879
(Lám. 4, Figs. 14, 18, 19)

* 1879 *Polygnathus dubius* n. sp.; HINDE, págs. 362-364, Lám. 16, Figs. 6-17.

- 1980 *P. dubius* HINDE; JOHNSON, KLAPPER & TROJAN, Lám. 4, Fig. 32.
 1986 *P. dubius* HINDE; GARCÍA-LÓPEZ, págs. 88-89, Lám. 14, Figs. 4-16.
 1991 *P. dubius* HINDE; UYENO, Lám. 5, Fig. 2.
 1992 *P. dubius* HINDE; CARLS & GONG, pág. 216, Lám. 4, Figs. 4, 5.
 1995 *P. dubius* HINDE; HÜNEKE, pág. 122, Lám. 1, Fig. 18.

Material: 18 ejemplares de los niveles Re56 (8), Re59 (1), Re60 (1), Re62 (2), Re63 (2), Re67 (2) y Re69 (2).

Descripción: Cuerpo principal casi simétrico en la parte anterior y claramente asimétrico en la posterior, que presenta un desarrollo mayor en el lado externo. Rostro corto y estrecho coincidiendo con la región anterior, que a su vez es más estrecha que la posterior. Anchura máxima aproximadamente en la mitad del cuerpo principal, situada después de una marcada constricción en el lado externo. Borde posterior agudo. Lámina libre igual o ligeramente más corta que el cuerpo principal, formada por al menos 12 dentículos lateralmente comprimidos, los 2-3 primeros más altos, y luego van decreciendo de altura hasta terminar en una cresta fina que se continúa con la de la carena anterior. La carena anterior es una cresta ligeramente más gruesa que la de la lámina libre. Carena posterior, formada por 8-10 dentículos libres, sección circular y conectados mediante una cresta, de modo que solo se reconocen sus ápices. Plataforma ornamentada por crestas, radiales en la parte anterior y transversales en la mitad posterior, o nódulos alargados marginales y cortos, los cuales son más abundantes en el tercio posterior de la plataforma. Surcos adcarenales lisos, más profundos en la región anterior y que llegan a desaparecer distalmente. En vista lateral el extremo posterior esta ligeramente curvado en dirección aboral. Los bordes crenulados de la plataforma son algo más bajos que la carena. Eje oro-aboral localizado hacia el final de la región anterior. Cavidad basal pequeña, redondeada que se continúa anteriormente en un surco estrecho y posteriormente en una quilla fuertemente curvada.

Discusión: La ausencia de un rostro marcado, el contorno de la plataforma y su ornamentación, y una posición algo más distal de la cavidad basal permiten distinguir a *P. pennatus* de *P. dubius*. También la ausencia del rostro en *P. decorosus* permite distinguirlo de *P. dubius*. *P. pseudofoliatus* se parece a *P. dubius*, pero la plataforma del primero es mas estrecha posteriormente, y la constricción es mucho menos marcada.

Distribución estratigráfica y geográfica: Aunque hay numerosas citas de esta especie a partir del techo de la Subzona *varcus* Media, ZIEGLER (1973) considera su primera aparición a partir de la Zona *hermanni-cristatus* Inferior; su límite superior se considera tradicionalmente en la Zona *asymmetricus* Inferior. Este taxón se encuentra en Europa (Harz y Pirineos), Norteamérica (Nueva York, Michigan, Nevada y Mackenzie) y China (Yunnan).

Polygnathus eiflii BISCHOFF & ZIEGLER, 1957
 (Lám. 3, Figs. 6, 8, 9, 13)

- * 1957 *Polygnathus eiflia* n. sp.; BISCHOFF & ZIEGLER, pág. 89, Lám. 4, Figs. 5, 6, 7.
 1965 *Polygnathus eiflia* BISCHOFF & ZIEGLER; WITTEKINDT, pág. 633, Lám. 1, Figs. 20, 21.
 1971 *Polygnathus* sp. aff. *eiflii*; KLAPPER, pág. 63, Lám. 2, Figs. 14, 15, 20.
 1977 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; WEDDIGE, pág. 311, Lám. 4, Figs. 66-67; Fig. 4.
 1985 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; BULTYNCK, pág. 282, Lám. 7, Fig. 17.
 1986 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; GARCÍA-LÓPEZ, pág. 89, Lám. 10, Figs. 16-17 (con lista parcial de sinonimia).
 1989 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; MAWSON & TALENT, pág. 248, Lám. 3, Fig. 13.
 1995 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; SPARLING, pág. 1135, Figs. 2.31-2.38.
 1995 *Polygnathus* sp. aff. *P. eiflii*; SPARLING, pág. 1136, Figs. 2.9- 2.10.
 1995 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; HÜNEKE, pág. 122, Lám. 1, Figs. 14-15.
 1995 *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER; SANZ LÓPEZ, pág. 493, Lám. 24, Figs. 10-11; Lám. 25, Fig. 11.

Material: 31 ejemplares del nivel Re1.

Descripción: Cuerpo principal biconvexo y muy asimétrico con la plataforma externa muy ancha en la mitad posterior. Plataforma anterior muy restringida con un rostro bien desarrollado, cuyos márgenes son subparalelos a la carena. Lámina libre con 10-13 dentículos ligeramente fusionados y comprimidos lateralmente con el siguiente ritmo: el distal más pequeño, siguen 3-4 que aumentan progresivamente de tamaño y son más altos que el resto (Lám. 3, Fig. 6). Longitud similar a la de la plataforma. La carena anterior forma una cresta continua de dentículos fusionados y comprimidos lateralmente, pudiendo llegar a observarse hasta 4-5 dentículos mal diferenciados. Carena posterior formada por una fila de 4-5 dentículos afilados libres y conectados por una fina

cresta. Región rostral con desarrollo de crestas diagonales. Surcos adcarenales profundos que se hacen más someros en la región posterior. Puntos de geniculación no opuestos, el interno considerablemente más adelantado. Ornamentación variada, constituida por finísimos nodos y por nodos alineados unidos por finas aristas que a primera vista sugieren la existencia de crestas; éstas, que se disponen radialmente, se desarrollan principalmente en el lado externo de la región posterior. En la parte anterior (rostral) el margen interno presenta 2-3 denticulos poco desarrollados. En vista lateral el conjunto es recto, a excepción de la flexión aboral en la región posterior. Cavidad basal asimétrica, pequeña y labiada, localizada en la parte posterior en la región rostral; el lado externo es el más ancho. Quilla anterior surcada y recta; quilla posterior ligeramente curvada.

Discusión: La presencia de un rostro con crestas diagonales anteriores, el estilo de la ornamentación y el desarrollo de los surcos permite asignar nuestros ejemplares a *P. eiflii*. Esta especie está próxima a *P. hemiansatus*, de la que se diferencia por presentar surcos adcarenales más estrechos y cortos que no alcanzan la mitad posterior, mayor desplazamiento de los puntos de geniculación y mayor expansión del lado externo. Además cuando *P. hemiansatus* presenta filas de nodos alineadas, éstas se disponen transversas a los márgenes, mientras que en *P. eiflii* (que existen en todos nuestros ejemplares) son radiales. Por último, *P. hemiansatus* no presenta cresta diagonal.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie que se restringe al Devónico Medio (Eifelense Superior a Givetense Inferior) se ha encontrado en Europa (Montañas Renanas, Harz, Cordillera Cantábrica, Pirineos, Austria y Bélgica), Australia (Moore Creek y Queensland) y Norteamérica (Ohio).

Polygnathus linguiformis

HINDE, 1879

* 1879 *Polygnathus linguiformis* n. sp.; HINDE, pág. 367, Lám. 17, Fig. 15.

Discusión: *P. linguiformis* es un conodonto muy común en el Devónico Medio. Se conocen varios taxones (subespecies y morfotipos), de los cuales hemos identificado los siguientes:

P. linguiformis linguiformis (= morfotipo g de BULTYNCK, 1970)

P. linguiformis weddigei CLAUSEN, LEUTERITZ & ZIEGLER, 1979 (= morfotipo d de ZIEGLER & KLAPPER, 1976)

P. linguiformis klapperi CLAUSEN, LEUTERITZ & ZIEGLER, 1979 (= morfotipo e de ZIEGLER & KLAPPER, 1976)

Polygnathus linguiformis klapperi
CLAUSEN, LEUTERITZ & ZIEGLER, 1979
(Lám. 2, Figs. 25-28)

* 1979 *Polygnathus linguiformis klapperi* n. sp.; CLAUSEN *et al.*, pág. 32, Lám. 1, Figs. 7, 8.

1986 *Polygnathus linguiformis klapperi* CLAUSEN *et al.*; García-López, págs. 92-93, Lám. 13, Figs. 11-12 (con lista de sinonimia).

1989 *Polygnathus linguiformis klapperi* CLAUSEN *et al.*; MAWSON & TALENT, págs. 252-253, Lám. 5, Figs. 10-11.

1995 *Polygnathus linguiformis klapperi* CLAUSEN *et al.*; SANZ LÓPEZ, pág. 502, Lám. 26, Figs. 15-16; Lám. 27, Figs. 1-4; Lám. 29, Fig. 16 (con lista de sinonimia).

1998 *Polygnathus linguiformis klapperi* CLAUSEN *et al.*; UYENO, págs. 162-163, Lám. 13, Figs. 22-27; Lám. 14, Figs. 1-11 (con lista parcial de sinonimia).

Material: 19 ejemplares de los niveles Re1(2), Re6(3), Re9(2), Re11(5), Re19(4), Re42(2) y Re 53(1).

Descripción: Cuerpo principal robusto, asimétrico, con márgenes convexos. Plataforma externa más desarrollada y más alta que la interna. En el tercio posterior se diferencia una lengüeta bien desarrollada, redondeada y ancha o, a veces, alargada y estrecha. Lámina libre formada por 5-7 denticulos de tamaños diferentes y comprimidos lateralmente. El tercer denticulo es el más alto y ancho (longitudinalmente). Carenas anterior y posterior formadas por una cresta de nódulos fusionados que se interrumpe en la lengüeta. Plataforma externa ornamentada por crestas transversales bien marcadas, separadas de la carena por un surco adcarenal liso, estrecho y profundo. La plataforma interna está ornamentada por pequeños nódulos o alineaciones de nodos que alcanzan la carena; surco adcarenal muy corto y somero. El margen anterior de la plataforma interna presenta un reborde ancho dirigido oblicuamente, recordando el aspecto de una ancha cresta rostral. La lengüeta está atravesada por crestas transversales que aparecen incluso un poco antes de su fuerte flexión anterior; el margen externo de la lengüeta forma un ángulo próximo a 90° con la plataforma externa. En vista lateral el conjunto presenta los extremos curvados hacia la cara aboral, mucho más el posterior,

debido a la fuerte inflexión de la lengüeta. El margen externo es mucho más alto que el interno. Cavidad basal pequeña y redondeada, situada en la mitad anterior del cuerpo principal. Se continúa en quillas; la anterior recta y la posterior curvada.

Discusión: *P. linguiformis klapperi* es muy parecido a *P. linguiformis linguiformis*; sin embargo la siguiente combinación de características permite diferenciar ambos taxones: 1) *P. linguiformis klapperi* presenta una expansión redondeada en la unión del margen externo con la lengüeta; 2) el margen interno de la plataforma de *P. linguiformis klapperi* presenta mayor número y densidad de nodos; 3) el surco adcarenal interno está mucho más desarrollado en *P. linguiformis linguiformis* lo que conlleva que el margen interno y la carena estén más separados que en *P. linguiformis klapperi*; 4) la lengüeta de *P. l. klapperi* es mayor y más robusta; en general el aspecto de este taxón es más robusto; 5) la terminación de la lengüeta en *P. linguiformis klapperi* es redondeada, mientras que en *P. linguiformis linguiformis* tiende a ser, en la mayoría de los ejemplares, triangular; en el caso de ejemplares con terminación redondeada, el resto de características es suficiente para discriminar ambos taxones.

La ausencia de una lengüeta bien desarrollada en *P. linguiformis weddigei* permite diferenciarlo de *P. linguiformis klapperi*. Además el surco adcarenal interno de *P. linguiformis weddigei* alcanza el comienzo de las crestas transversales posteriores, y el margen interno carece del desarrollo de nodos; los márgenes son también de altura similar y la unidad es más o menos simétrica. El tamaño de los ejemplares de *P. linguiformis klapperi* es mucho mayor, y en general son formas considerablemente más robustas que las de *P. linguiformis weddigei*.

Distribución estratigráfica: Devónico Medio alto (por debajo de la Zona *varcus* hasta dentro de la Subzona *varcus* Superior). Su distribución geográfica es idéntica a la de *P. l. linguiformis*.

Polygnathus linguiformis linguiformis

HINDE, 1879

(Lám. 2, Figs. 5-13, 15-18)

* 1879 *Polygnathus linguiformis* n. sp.; HINDE, Lám. 17, Fig. 15.

1970 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE, *gamma* forma nova; BULTYNCK, pág. 126, Lám. 11, Figs. 1-6; Lám. 12, Figs. 1-6.

1986 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; GARCÍA-LÓPEZ, págs. 93, 94, Lám. 13, Figs. 1-10 (con lista de sinonimia).

1989 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; MAWSON & TALENT, págs. 252-253, Lám. 5, Figs. 1-3.

1990 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; UYENO, pág. 84, Lám. 18, Figs. 5-7, 9.

1992 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; CARLS & GONG, pág. 210, Lám. 1, Fig. 6.

1995 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; SANZ LÓPEZ, págs. 500-501, Lám. 25, Figs. 1-5; Lám. 26, Figs. 1, 6-8, 10-13, 17; Lám. 29, Fig. 17.

1995 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; HÜNEKE, págs. 122-123, Lám. 1, Fig. 20.

1998 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE g morphotype; ROGERS, págs. 732-733, Fig. 5.7.

1998 *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE; UYENO, pág. 162, Lám. 12, Figs. 2, 3, 20; Lám. 14, Figs. 12-14.

Material: 1420 ejemplares en los siguientes niveles: Re1 (393), Re3 (11), Re4 (2), Re5 (16), Re6 (20), Re7 (22), Re8 (10), Re9 (17), Re10 (85), Re11 (104), Re12 (38), Re13 (40), Re17 (19), Re18 (45), Re19 (38), Re20 (138), Re23 (7), Re24 (4), Re25 (7), Re27 (24), Re28 (5), Re29 (1), Re31 (7), Re32 (2), Re34 (3), Re36 (2), Re42 (201), Re43 (15), Re45 (10), Re47 (2), Re48 (3), Re49 (102), Re50 (4), Re51 (1), Re53 (15), Re54 (14).

Descripción: Cuerpo principal de forma alargada y asimétrica, siendo la plataforma externa más ancha que la interna. En la parte posterior de la plataforma se desarrolla una lengüeta de contorno agudo que se curva hacia el lado interno. La parte anterior de la plataforma es más estrecha que la posterior. En la mayoría de los ejemplares, el borde externo-posterior se curva fuertemente formando casi un ángulo recto o, a veces, un contorno subredondeado. Los márgenes anteriores son rectos y paralelos a la carena anterior. Lámina libre corta en relación al cuerpo principal, ocupando una cuarta parte de la longitud total. Está formada por 5-7 denticulos fusionados y comprimidos lateralmente que son más altos que los de la lámina fija. Carena anterior formada por una débil cresta denticulada. Carena posterior compuesta por una fila de denticulos hasta casi el comienzo del último cuarto de la plataforma, donde se inicia la lengüeta. En vista oral se aprecian finas y cortas crestas transversales en los márgenes de la plataforma. Surcos adcarenales lisos, abiertos y profundos. Generalmente, el surco adcarenal externo es más profundo que el interno. En algunos ejemplares, se observa una concentración de nodos finos en el margen medio-interno que a veces, pasan a crestas. En la parte posterior de la plataforma se desarrollan crestas transversales alineadas subparalelamente a las de los

márgenes antero-posterior, y que en su mayoría atravesaran totalmente la lengüeta. En vista lateral, el conjunto se curva hacia el lado aboral, siendo mayor la curvatura en la lengüeta. El borde más alto es el externo. Cavidad basal pequeña y labiada que se continúa en dos quillas; la anterior está suavemente curvada y presenta un ancho surco, mientras que la posterior está muy curvada. Frecuentemente, se aprecian estrías de crecimiento sobre la plataforma. Eje oraboral localizado en el final de la parte anterior del cuerpo principal.

Discusión: Por el contorno y la sección transversal de la plataforma *P. linguiformis parawebbi* Chatterton es similar a *P. linguiformis linguiformis*; sin embargo, la presencia, en aquel taxón, de una carena posterior completa hasta cerca del final de la lengüeta permite diferenciarlos. Las diferencias con *P. linguiformis klapperi* se discuten allí. Existen formas transicionales de *P. linguiformis linguiformis* a *P. linguiformis klapperi* en los niveles Re16 y Re19.

Distribución estratigráfica y geográfica: Este taxón se conoce desde el Devónico Medio bajo (Eifelense superior alto) hasta el Devónico Superior

(Frasniense-Zona *asymmetricus*). Sus hallazgos están ampliamente repartidos en Norteamérica (Nueva York, Indiana, Ohio, Ontario, Minnesota, Tennessee, Texas, Illinois, Utah, Manitoba, los territorios del Yukón, British Columbia y Iowa), Europa (Eifel, Harz, Montañas Renanas, Reino Unido, Couvin (Bélgica), Pirineos y en los Alpes austriacos) y Australia (South New Wales y Queensland).

Polygnathus linguiformis spp.
(Lám. 2, Figs. 14, 19-24)

Material: 18 ejemplares de los niveles Re1(5), Re5(2) y Re42(11)

Descripción: Cuerpo principal refinado, más o menos simétrico, con márgenes convexos. Se diferencia posteriormente una lengüeta alargada y estrecha que no supone un cambio brusco con el contorno del cuerpo principal; ésta ocupa sólo la última cuarta parte del cuerpo principal. Lámina libre conservada completa en todos los ejemplares estudiados, formada por una cresta de 5-7 denticulos afilados y com-

LÁMINA 3

Figs. 1-5, 7, 10-12, 14-17.- *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT, 1965. Ejemplares de la capa Re 1. MGVU 5230, 1. vista superior, 5. vista inferior; MGVU 5231, 2. vista superior; MGVU 5232, 3. vista lateral-superior, 4. vista inferior, 10. detalle de la parte anterior de la plataforma (escala gráfica=100 µm); MGVU 5233, 7. vista lateral-superior, 11. vista inferior, 12. vista superior; MGVU 5235, 14. vista superior, 15. vista inferior; MGVU 5236, 16. vista lateral-superior, 17. vista inferior.

Figs. 6, 8, 9, 13.- *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957. Ejemplar de la capa Re1. MGVU 5234, 6. vista lateral-superior (escala gráfica=500 µm), 8. vista superior, 9. vista inferior, 13. detalle de la cavidad basal (escala gráfica=100 µm).

Figs. 18, 19.- *Polygnathus* aff. *pseudofolius* WITTEKINDT, 1965. Ejemplares de la capa Re 1. MGVU 5237, 18. vista superior, 19. vista inferior.

Figs. 20, 21, 24.- *Polygnathus varcus* STAUFFER., 1940. Ejemplares de la capa Re 55. MGVU 5240, 20. vista inferior; MGVU 5241, 21. vista inferior. Ejemplar de la capa Re 10. MGVU 5242, 24. vista superior.

Fig. 22.- *Polygnathus* sp. Ejemplar de la capa Re 17. MGVU 5238, vista lateral.

Fig. 23.- *Polygnathus xylus ensensis* ZIEGLER et al., 1976. Ejemplar de la capa Re 11. MGVU 5239, vista lateral-superior. (Escala gráfica=200 µm, cuando no se indica otro valor).

PLATE 3

Figs. 1-5, 7, 10-12, 14-17.- *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT, 1965. Specimens from bed Re 1. MGVU 5230, 1. upper view, 5. lower view; MGVU 5231, 2. upper view; MGVU 5232, 3. upper-lateral view, 4. lower view, 10. detail of platform anterior (bar=100 µm); MGVU 5233, 7. upper-lateral view, 11. lower view, 12. upper view; MGVU 5235, 14. upper view, 15. lower view; MGVU 5236, 16. upper-lateral view, 17. lower view.

Figs. 6, 8, 9, 13.- *Polygnathus eiflii* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957. Specimen from bed Re1. MGVU 5234, 6. upper-lateral view (bar=500mm), 8. upper view, 9. lower view, 13. detail of basal cavity (bar=100 µm).

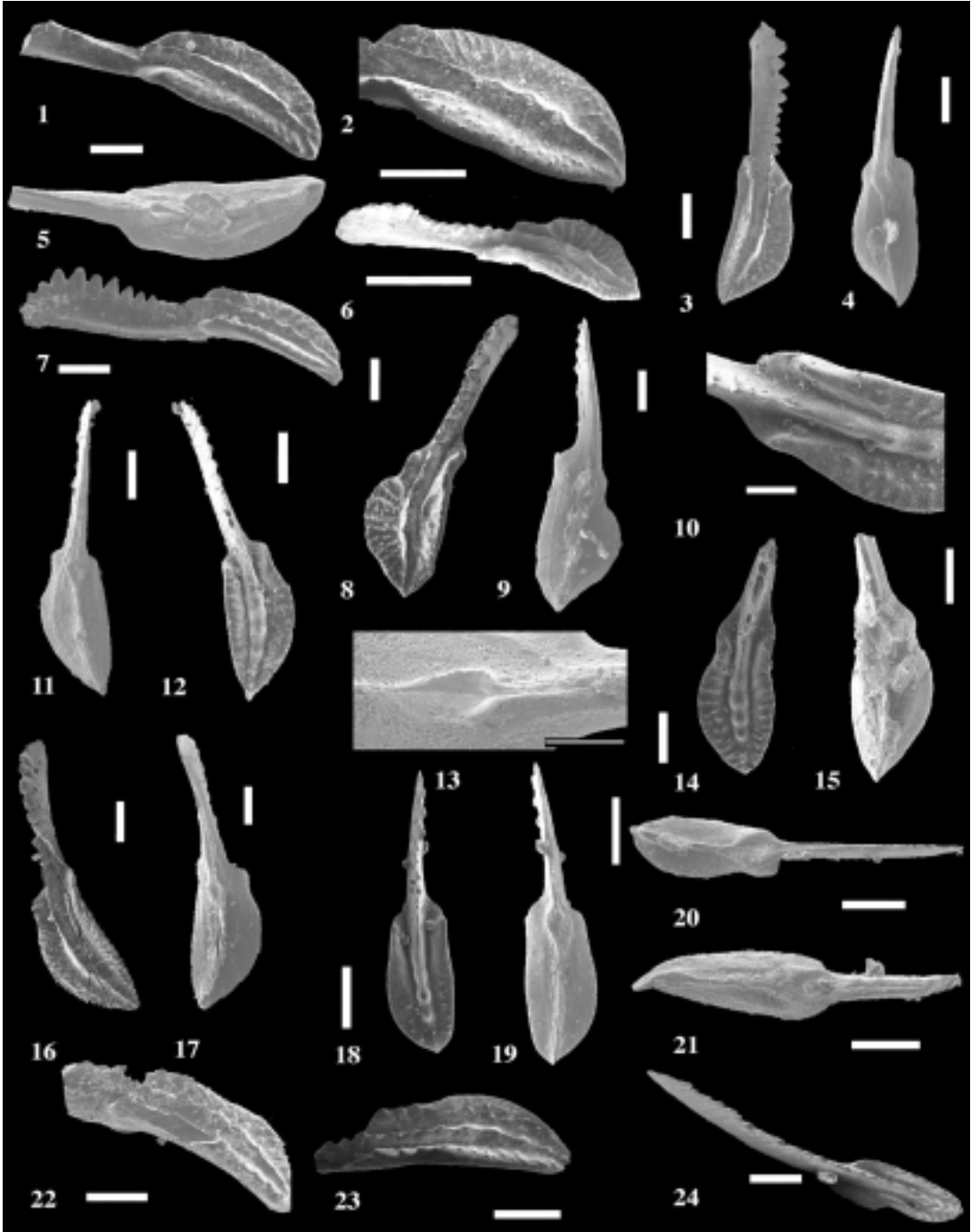
Figs. 18, 19.- *Polygnathus* aff. *pseudofolius* WITTEKINDT, 1965. Specimens from bed Re 1. MGVU 5237, 18. upper view, 19. lower view.

Figs. 20, 21, 24.- *Polygnathus varcus* STAUFFER., 1940. Specimens from bed Re 55. MGVU 5240, lower view; MGVU 5241, lower view. Specimen from bed Re 10. MGVU 5242, 24. upper view.

Fig. 22.- *Polygnathus* sp. Specimen from bed Re 17. MGVU 5238, lateral view.

Fig. 23.- *Polygnathus xylus ensensis* ZIEGLER et al., 1976. Specimen from bed Re 11. MGVU 5239, upper-lateral view. (Scale bar=200mm, otherwise explained).

LÁMINA 3/PLATE 3



primidos lateralmente. El segundo y tercer denticulo son los más altos. La carena anterior de la lámina fija está formada por una cresta de 3-4 denticulos fusionados, que son más altos y menos afilados que los 4-5 que forman la cresta de la carena posterior; en algunos ejemplares (Lám. 2, Fig. 23) esta cresta se continúa casi hasta el final. El semieje de la carena posterior está curvado posteriormente hacia el lado interno. En vista oral la plataforma está ornamentada por denticulos muy afilados en los márgenes que se continúan internamente en aristas muy afiladas confirándole a la plataforma una ornamentación aparente de crestas transversales muy bien desarrolladas y espaciadas; a veces, éstas se bifurcan (Lám. 2, Fig. 19). En ocasiones las crestas son largas pudiendo unirse con la carena posterior. Surcos adcarenales lisos, anchos y someros. Lengüeta formada por 2-4 crestas que la cruzan completamente (Lám. 2, Fig. 21) o que se restringen a los márgenes. En vista lateral el conjunto presenta una forma aplanada con los extremos girados hacia la cara aboral, siendo la curvatura de la lengüeta más marcada. La lámina libre es muy alta. Márgenes de la plataforma aserrados, de igual altura, pero más bajos que la carena. En vista aboral el cuerpo principal presenta contorno más o menos acorazonado. Cavidad basal mediana, acorazonada a lacriforme con reborde y situada en la parte anterior de la plataforma. Anteriormente se continúa en un surco ancho, y posteriormente en una quilla elevada. El «crimp» es más ancho que la zona de fijación del cuerpo basal. En aquellos ejemplares con cuerpo basal adherido, éste es alargado y ocupa casi toda la extensión de la plataforma.

Discusión: El desarrollo de una lengüeta más larga, con numerosas crestas transversales en *P. linguiformis pinguis* permite diferenciarlo de los ejemplares pirenaicos. Además, *P. linguiformis pinguis* presenta crestas bien desarrolladas sobre la plataforma, y la carena posterior ocupa una posición más central que en nuestros ejemplares, en los cuales se interrumpe al comienzo de la lengüeta. La lámina libre de *P. linguiformis pinguis* es comparativamente más corta y alta, y tiene menor número de denticulos. Por último, la cavidad basal de los ejemplares pirenaicos es más grande que la de *P. linguiformis pinguis*.

La plataforma del *P. linguiformis cooperi* (KLAPPER) es más robusta y su ornamentación es más gruesa que la de nuestros ejemplares.

Nuestros ejemplares tienen cierto parecido con el ejemplar figurado por ZIEGLER *et al.* (1976, Lám. 4, Fig. 3) que clasificaron como *P. linguiformis mor-*

fotipo e (= *P. linguiformis klapperi*). Sin embargo, nuestros ejemplares tienen menos denticulos en la carena, menos crestas transversales y una lengüeta corta más individualizada. En general *P. linguiformis klapperi* tiene una lengüeta muy desarrollada, en el lado externo desarrolla unas crestas muy fuertes y el margen externo presenta un fuerte giro interno al unirse con la lengüeta; ninguna de estas características se observa en nuestro material y por eso preferimos no atribuir nuestros ejemplares a este taxón.

La presencia de una lengüeta, aunque muy corta y con pocas filas transversales, lo diferencia de *P. linguiformis weddigei*.

El ejemplar figurado por GARCÍA-LÓPEZ (1986, Lám. 13, Figs. 13-14) se parece bastante a nuestros ejemplares en todos los aspectos, incluso en la presencia de una lengüeta corta con pocas crestas transversales (concretamente dos en el ejemplar cantábrico). Este ejemplar fue clasificado por la autora como *P. linguiformis mucronatus*. Sin embargo, la ausencia de una lengüeta posterior y la extensión de la carena hasta el extremo posterior de la plataforma son características diagnósticas de *P. linguiformis mucronatus*. Por ello no asignamos nuestros ejemplares a este taxón y preferimos clasificarlos por el momento en nomenclatura abierta.

Polygnathus ordinatus

BRYANT, 1921

(Lám. 4, Figs. 15-17, 25)

- 1957 *Polygnathus ordinata* BRYANT; BISCHOFF & ZIEGLER, pág. 94, Lám. 18, Fig. 25-31.
- 1965 *Polygnathus ordinata* BRYANT; ZIEGLER, pág. 671, Lám. 4, Fig. 7-8, 12-13.
- 1967 *Polygnathus ordinata* BRYANT; WIRTH, pág. 231, Lám. 21, Fig. 27.
- 1970 *Polygnathus ordinatus* BRYANT; SEDDON, pág. 61, Lám. 15, Fig. 4.
- non 1991 *Polygnathus ordinatus* BRYANT; UYENO, Lám. 5, Fig. 3.
- 1993 *Polygnathus* (?) *cristatus* BRYANT; RACKI & BULTYNCK, Lám. 4, Fig. 15.
- non 1993 *Polygnathus* (?) *ordinatus* BRYANT; RACKI & BULTYNCK, Lám. 4, Fig. 16 (= *P. cristatus*).

Material: 13 ejemplares de los niveles Re56 (4) y Re62 (6) y Re69 (3).

Descripción: Cuerpo principal ovalado. Plataforma asimétrica cóncava-convexa. Región anterior con

desarrollo de un rostro corto. Anchura máxima cerca de la mitad de la plataforma. Lámina libre aproximadamente de igual longitud que la plataforma, formada por 8-10 denticúlos inclinados hacia atrás, de sección elíptica o lenticular y notablemente más altos que los de la carena; los anteriores son los más altos. Carenas anterior y posterior continuas, formadas por unos 12 denticúlos fusionados, con las puntas libres y conectadas por una cresta; posteriormente los denticúlos están algo más espaciados. Plataforma ornamentada por 2 crestas nodulares similares a la carena y a ambos lados de la misma; posteriormente llegan a individualizarse los últimos denticúlos. Anteriormente forman un ángulo agudo con la carena a modo de «crestas diagonales», y posteriormente son paralelas (Lám. 4, Fig. 15). Surcos adcarenales lisos, estrechos, profundos anteriormente y someros posteriormente. Los márgenes están ornamentados por nódulos, entre los márgenes y las crestas longitudinales hay una región más deprimida que le confiere a la plataforma un aspecto «polisurcado». Margen anterior externo recto e interno agudo. En vista lateral, unidad aplanada con arqueamiento aboral en los extremos. Eje oro-aboral localizado en la región anterior. Cavidad basal pequeña, alargada y labiada, anteriormente se continúa en un surco estrecho y posteriormente en una quilla curvada.

Discusión: Esta especie se distingue de *P. n. nodocostatus* por el desarrollo de crestas longitudinales en vez de filas de nodos.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie que abarca desde el Givetense terminal hasta el Frasnense bajo, (Zona *disparilis* Superior-Zona *transitans*) se ha registrado en Europa (Montañas Renanas, Montañas Holy Cross y Pirineos) y Norteamérica (Mackenzie y Texas).

Polygnathus pennatus

HINDE, 1879

(Lám. 4, Figs. 20, 21)

- * 1879 *Polygnathus pennatus* n. sp.; HINDE, pág. 366, Lám. 17, Fig. 8.
- 1957 *Polygnathus pennata* HINDE; BISCHOFF & ZIEGLER, págs. 94-95, Lám. 17, Fig. 14, 16-30; Lám. 21, Fig. 32.
- 1967 *Polygnathus pennata* HINDE; WIRTH, pág. 231, Lám. 22, Fig. 11a, b.
- 1970 *Polygnathus* sp. («*pennata*» group) HINDE; SEDDON, pág. 61, Lám. 14, Figs. 2-4,
- 1970 *Polygnathus pennata* HINDE; SEDDON, pág. 61, Lám. 14, Figs. 10, 11.

- non *Polygnathus pennatus* HINDE; ORR, pág. 51, Lám. 5, Figs. 13-14 (= *P. rugosa*).
- 1973 *Polygnathus pennatus* HINDE; KLAPPER *et al.* (en ZIEGLER; Catálogo de Conodontos), pág. 373, Lám. 1, Fig. 7.
- non *Polygnathus pennatus* HINDE; RACKI & BULTYNCK, Lám. 1993 4, Figs. 9-11 (= *P. rugosa*).
- ? 1995 *Polygnathus pennatus* HINDE; SANZ LÓPEZ, págs. 507-508, Lám. 35, Figs. 7-8.
- non *Polygnathus pennatus* HINDE; HÜNEKE, pág. 122, Lám. 1, 1995 Figs. 23-24 (= *P. rugosa*).

Material: se han encontrado 2 ejemplares en el nivel Re56 y 14 en el Re62.

Descripción: Cuerpo principal ligeramente asimétrico, mayor el lado externo. Contorno subromboidal con un estrechamiento anterior, donde se desarrolla un rostro bien marcado. Anchura máxima de la plataforma hacia la mitad. Borde posterior con terminación aguda. Lámina libre rota en todos los ejemplares; en la parte conservada se aprecian unos pocos denticúlos comprimidos lateralmente, de igual altura, que posteriormente pasan a una cresta más baja. Carena anterior, constituida por una cresta, que en algunos ejemplares está formada por denticúlos pequeños, algo comprimidos lateralmente y en otros es lisa (Lám. 4, Fig. 20); esta cresta ocupa una posición más baja entre la lámina libre y la carena posterior. Carena posterior, con denticúlos de sección circular u oval decreciendo en tamaño distalmente; recta en su mitad proximal, seguida de un ligero curvamiento distalmente. Plataforma ornamentada por crestas transversales, junto a escasos y pequeños nodos hacia la mitad posterior. La región rostral suele tener crestas ligeramente oblicuas, convergentes anteriormente. Surcos adcarenales largos, lisos, más estrechos y profundos en la parte anterior. En algunos ejemplares, se observan surcos marginales anteriores algo largos, cóncavos hacia abajo. Puntos de geniculación opuestos, con un denticúlo afilado. Márgenes laterales de la plataforma gruesos, creando un pequeño reborde elevado. El paso de la plataforma anterior a la posterior se resalta por una constricción marcada en ambos lados (Lám. 4, Fig. 21). En vista lateral la unidad de curva hacia el lado aboral. Márgenes de la plataforma crenulados y ligeramente más bajos que la carena posterior. Eje oro-aboral localizado en el final de la plataforma anterior. Cavidad basal pequeña, algo alargada y labiada; se continúa en dos quillas elevadas, la anterior recta y la posterior curvada.

Discusión: Esta especie presenta una gran variedad de formas, y en ocasiones puede ser confundida con *P. rugosa*; de hecho, en los últimos 30 años muchos auto-

res han sinonimizado los dos taxones; sin embargo nosotros, siguiendo la tradición de los primeros autores, preferimos mantener la distinción entre ambas formas. Estas diferencias se comentan en *P. rugosa*.

Además de lo mencionado allí, *P. pennatus* se diferencia de *P. dubius* en presentar dos constricciones marcadas a ambos lados de la plataforma y desarrollar un reborde lateral debido al mayor grosor de los márgenes laterales. También, los márgenes de la región anterior de la plataforma tienden a ser paralelos a la carena en *P. dubius*, mientras que en *P. pennatus* tienden a converger anteriormente.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se distribuye alrededor del límite Givetense/Frasniense. Según KLAPPER *et al.* (1973) desde la Zona *hermanni-cristatus* Superior hasta la Zona *asymmetricus* Inferior; sin embargo KÖNIGSHOFF & PICHA (1991) modifican tanto su aparición como su extinción, considerando que su rango se sitúa entre la Zona *falsiovalis* y la Zona *punctata*. Este taxón se ha registrado en Europa (Montañas Renanas y Pirineos) y en Norteamérica (Nueva York y Texas).

Polygnathus pseudofolius

WITTEKINDT, 1965

(Lám. 3, Figs. 1-5, 7, 10-12, 14-17)

- * 1965 *Polygnathus pseudofoliatus* n. sp.; WITTEKINDT, pág. 637, Lám. 2, Figs. 19-23.
- 1970 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; KLAPPER, PHILIP & JACKSON, págs. 664-665, Lám. 3, Figs. 7-19.
- 1971 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; KLAPPER, pág. 63, Lám. 2, Figs. 8-13.
- 1977 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; WEDDIGE, pág. 317, Lám. 4, Figs. 68-70; Fig. 4/Nr. 32.
- 1983 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; SPARLING, pág. 855, Figs. 11S, T, AD, AE; 12K-M; 13X, Y, AK, AL.
- 1983 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; KLUG, pág. 108, Figs. 10M-R.
- 1985 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; BULTYNCK, pág. 282, Lám. 7, Fig. 13.
- 1989 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; BULTYNCK, pág. 99, Lám. 2, Figs. 1, 2.
- 1995 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; SPARLING, pág. 1136, Figs. 2.1-2.8, 2.11-2.19.
- 1995 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; SANZ LÓPEZ, págs. 509-510, Lám. 24, Figs. 9, 12-13, 20-21; Lám. 25, Fig. 11.
- 1997 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; UYENO & LESPÉRANCE, pág. 158, Figs. 8.7.
- 1998 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; UYENO, págs. 164-165, Lám. 11, Figs. 11, 20; Lám. 12, Figs. 5, 13-15, Lám. 14, Figs. 19-21.

1999 *Polygnathus pseudofolius* WITTEKINDT; SPARLING, pág. 899, Figs. 3.17-3.19.

Material: 59 ejemplares del nivel Re1 y 2 del Re8.

Descripción: Cuerpo principal ovalado, ligeramente asimétrico, con la parte anterior más estrecha. En la región anterior se desarrolla un rostro corto. Margen externo algo más desarrollado y curvado que el interno, con una invaginación al final de la región rostral, más marcada en el lado externo. Un ejemplar (Lám. 3, Fig. 10) muestra un nodo sobre el punto de geniculación del margen interno. Máxima anchura en la mitad posterior. Puntos de geniculación opuestos. Lámina libre generalmente algo más corta que la plataforma, formado por al menos 12 denticulos donde el primero es el más bajo, y los 4 siguientes son los más altos. El ejemplar de la Lám. 3, Figs. 7, 11-12, tiene la lámina libre más larga que la plataforma y su denticulación también es algo diferente del patrón general (2 denticulos anteriores más bajos seguidos por dos más altos y luego un descenso gradual en altura hasta llegar a la plataforma). Carena anterior formada por denticulos fusionados, y comprimidos lateralmente, formando una cresta fina. Carena posterior constituida por una fila de nódulos subredondeados cuya altura y grosor decrece distalmente (Lám. 3, Fig. 14), o por denticulos fusionados en una fina cresta como los de la carena anterior (Lám. 3, Fig. 16). La plataforma está recubierta por crestas transversales y nodos que pueden estar alineados o aislados, distribuidos con un espaciado regular en los márgenes. Predominan fundamentalmente las crestas en la plataforma anterior, mientras que los nodos finos se distribuyen preferentemente en la plataforma posterior. Surcos adcarenales profundos que gradualmente van haciéndose más superficiales o terminan por desaparecer en la región posterior. Los surcos marginales anteriores son algo largos y cóncavos hacia arriba. En vista lateral la unidad se dobla por sus extremos en dirección aboral. Márgenes de la plataforma de igual altura que la carena. Lámina libre más alta. Eje oro-aboral situado en la región rostral. Cavidad basal simétrica, pequeña y subredondeada que se continúa anteriormente en surco, y posteriormente en una quilla suavemente curvada.

Discusión: *P. pseudofolius* es muy parecido a *P. eiflii*, sin embargo, existen ciertas características notables como el desarrollo mayor de la plataforma externa y la presencia de crestas rostrales largas en *P. eiflii*; además, la transición a la porción ensanchada de la plataforma es más gradual en *P. pseudofolius*. En nuestros ejemplares, la cavidad basal de *P. pseudofolius* es más simétrica que la de *P. eiflii*.

Algunos ejemplares (Lám. 3, Figs. 1, 2, 5) difieren algo de *P. pseudofoliatus*. Las principales diferencias son: 1) la ornamentación en estos ejemplares está compuesta fundamentalmente por nódulos redondeados alineados regular o irregularmente. En los márgenes de la plataforma, sobretudo en la mitad anterior, los nodos se alargan y fusionan, insinuando la existencia de débiles crestas cortas, mientras que la región posterior está cubierta por nodos aislados. 2) Los surcos adcarenales están limitados a la región rostral. 3) Los márgenes de la plataforma son ligeramente más bajos que la carena anterior en la región rostral. 4) Cavidad basal pequeña en forma de rombo alargado posteriormente y redondeado anteriormente. 5) Ausencia de una marcada invaginación en la región rostral. Sin embargo, incluimos de momento estos ejemplares dentro del rango de variación de *P. pseudofoliatus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Para WEDDIGE (1977) esta especie aparecería en la parte superior de la Zona *kockelianus* (Eifeliense) y llegaría hasta la Subzona *varcus* Inferior (Givetense); sin embargo, KLAPPER & ZIEGLER (1979) bajan su aparición a la base de la Zona *australis*, y AUSTIN *et al.* (1985), suben su rango hasta el techo de la Subzona *varcus* Medio. Se ha registrado en Europa (Montañas Renanas, Cordillera Cantábrica, Pirineos y Ardenas), Pre-sahariano marroquí, Norteamérica (Nueva York, Ohio, Indiana, Michigan y Kentucky) y en Australia (sur de Nuevo Gales).

Polygnathus aff. *pseudofoliatus*

WITTEKINDT, 1965

(Lám. 3, Figs. 18, 19)

Material: 24 ejemplares de los niveles Re1 (13), Re5 (1), Re7 (1), Re12 (2), Re16 (2), Re17 (1), Re42 (3) y Re 55 (1).

Descripción: Cuerpo principal estrecho, más o menos simétrico y con bordes paralelos. El margen interno es más recto que el externo. Son formas pequeñas.

Lámina libre de longitud similar a la plataforma, provista de 10-12 dentículos agudos, contiguos y comprimidos lateralmente, libres sólo en sus puntas. El primer dentículo es el más bajo, y luego siguen tres dentículos más altos que el resto. Carena anterior formada por una cresta fina y carena posterior similar, en la que a veces se reconocen pequeños dentículos ovales, de distinto tamaño, muy próximos entre sí (Lám. 3, Fig. 18). Plataforma lisa con nodos tenues en los márgenes (en algunos ejemplares) o próximos

a los surcos adcarenales. Surcos marginales anteriores inclinados suavemente hacia abajo en una curva cóncava. Surcos adcarenales profundos que, en algunos ejemplares, recorren toda la plataforma. Puntos de geniculación opuestos. En vista lateral la unidad está algo curvada aboralmente, sobretudo la plataforma posterior. Eje oro-aboral situado en el tercio anterior de la plataforma. Cavidad basal simétrica y labiada, que ocupa la mayor parte de la región anterior. Surco anterior recto que se estrecha anteriormente y quilla posterior elevada y curvada.

Discusión: La simetría de su cuerpo principal, la falta de una invaginación anterior y la diferente ornamentación, permite separar estos ejemplares de *P. pseudofoliatus*.

Polygnathus rhenanus

KLAPPER, PHILIP & JACKSON, 1970

(Lám. 4, Figs. 1-3)

* 1970 *Polygnathus rhenanus* sp. nov.; KLAPPER *et al.*, pág. 654, Lám. 2, Figs. 13-15, 19-22.

1986 *Polygnathus rhenanus* KLAPPER *et al.*; GARCÍA-LÓPEZ, pág. 98, Lám. 11, Figs. 3-12.

1987 *Polygnathus rhenanus* KLAPPER *et al.*; BULTYNCK, pág. 162, Lám. 7, Figs. 13-15.

1995 *Polygnathus rhenanus* KLAPPER *et al.*; SANZ LÓPEZ, pág. 512, Lám. 30, Figs. 4-5, 7.

1999 *Polygnathus rhenanus* KLAPPER *et al.*; SPARLING, págs. 899-900, Figs. 3.26-3.29.

Material: 176 ejemplares de los niveles Re5 (4), Re6 (7), Re7 (7), Re8 (11), Re9 (5), Re10 (13), Re11 (5), Re12 (2), Re13 (2), Re18 (3), Re19 (8), Re20 (32), Re23 (5), Re25 (1), Re27 (10), Re28 (3), Re31 (4), Re41base (1), Re42 (33), Re43 (1), Re49 (6), Re51 (3), Re52 (3), Re53 (1), Re54 (2) y Re55 (5).

Descripción: Cuerpo principal pequeño, estrecho y fuertemente asimétrico. Margen externo más expandido y más adelantado que el interno. Lámina libre muy larga, casi ocupando las dos terceras partes de la longitud total de la unidad. Provista de unos 17-18 dentículos lateralmente comprimidos, libres en sus puntas y de similar altura. Carena anterior con 4-5 dentículos de similares características a los de la hoja libre y carena posterior compuesta por unos 12 dentículos que comienzan como los anteriores, pero después están completamente fusionados en un cresta y los 2-3 posteriores se individualizan. Anteriormente a los opuestos puntos de geniculación, los finos márgenes de la plataforma son lisos. Los már-

genes posteriores son más bien crenulados o con dentículos de ápices triangulares. Los ejemplares estudiados presentan un dentículo sobre el punto de geniculación interno, el externo es liso (Lám. 4, Fig. 1). Surcos adcarenales, anchos y profundos, extendiéndose casi hasta el final. Surcos marginales fuertemente asimétricos, mucho más desarrollado el externo. En vista lateral la unidad se inclina suavemente en dirección aboral, más marcadamente el extremo

posterior. Eje oro-aboral localizado en el extremo anterior de la plataforma. Cavidad basal pequeña, rodeada por una expansión labial ancha y redondeada y localizada a la altura de los puntos de geniculación. Anteriormente se continúa en un surco abierto hasta el final, ligeramente curvado y posteriormente en una quilla curvada en dirección opuesta al surco, por lo que la línea imaginaria longitudinal dibujaría una trayectoria suavemente sigmoidal.

LÁMINA 4

Figs. 1-3.- *Polygnathus rhenanus* KLAPPER *et al.*, 1970. Ejemplar de la capa Re 5. MGUIV 5243, 1. vista superior (escala gráfica=500 µm), 2. vista inferior (escala gráfica=500 µm), 3. detalle de la cavidad basal.

Figs. 4-6.- *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*, 1970. Ejemplares de la capa Re 3. MGUIV 5244, 4. vista superior, 5. vista inferior; MGUIV 5245, vista superior.

Figs. 7-9, 12.- *Polygnathus dengleri* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957. Ejemplares de la capa Re 62. MGUIV 5246, 7. vista lateral, 8. vista superior, 9. vista inferior; MGUIV 5247, vista lateral. 12

Figs. 10-13.- *Polygnathus cristatus* HINDE, 1879. Ejemplar de la capa Re 56. MGUIV 5248, 10. vista lateral-superior, 13. vista inferior.

Figs. 11.- *Polygnathus decorosus* STAUFFER., 1940. Ejemplar de la capa Re 58. MGUIV 5249, vista lateral-superior.

Figs. 14, 18, 19.- *Polygnathus dubius* HINDE, 1879. Ejemplares de la capa Re 62. MGUIV 5250, 14. vista lateral-superior, 19. vista inferior; MGUIV 5251, vista lateral-superior. 18

Figs. 15, 16, 17, 25.- *Polygnathus ordinatus* (BRYANT, 1921). Ejemplares de la capa Re 62. MGUIV 5252, 15. vista superior, 16. vista lateral; MGUIV 5253, 17. vista inferior, 25. detalle de la cavidad basal (escala gráfica=100 µm).

Figs. 20, 21.- *Polygnathus pennatus* HINDE, 1879. Ejemplar de la capa Re 62. MGUIV 5254, 20. vista superior, 21. vista inferior.

Figs. 22-24.- *Skeletognathus norrisi* (UYENO, 1967). Ejemplar de la capa Re 58. MGUIV 5258, 22. vista lateral-superior (escala gráfica=100 µm), 23. detalle de la plataforma, 24. vista inferior.

Figs. 26.- *Polygnathus rugosa* HUDDLE, 1934. Ejemplar de la capa Re 62. MGUIV 5255, vista superior.

Figs. 27, 28.- *Klapperina ovalis* (ZIEGLER & KLAPPER, 1964). Ejemplar de la capa Re 62. MGUIV 5259, 27. vista lateral-superior, 28. detalle de la ornamentación.

Figs. 29, 30.- *Polygnathus* aff. *angustidiscus* YOUNGQUIST, 1945. Ejemplar de la capa Re 56. MGUIV 5256, 29. vista inferior, 30. vista superior.

Figs. 31-33.- *Polygnathus webbi* STAUFFER., 1938. Ejemplar de la capa Re 56. MGUIV 5257, 31. vista inferior, 32. vista superior (escala gráfica=500 µm), 33. vista lateral-superior (escala gráfica=500 µm). (Escala gráfica=200 µm, cuando no se indica otro valor).

PLATE 4

Figs. 1-3.- *Polygnathus rhenanus* KLAPPER *et al.*, 1970. Specimen from bed Re 5. MGUIV 5243, 1. upper view (bar=500 µm), 2. lower view (bar=500 µm), 3. detail of basal cavity.

Figs. 4-6.- *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*, 1970. Specimen from bed Re 3. MGUIV 5244, 4. upper view, 5. lower view.

Fig. 6.- MGUIV 5245, upper view

Figs. 7-9, 12.- *Polygnathus dengleri* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957. Specimens from bed Re 62. MGUIV 5246, 7. lateral view, 8. upper view, 9. lower view; MGUIV 5247, lateral view.

Figs. 10-13.- *Polygnathus cristatus* HINDE, 1879. Specimen from bed Re 56. MGUIV 5248, 10. upper-lateral view, 13. lower view.

Figs. 11.- *Polygnathus decorosus* STAUFFER., 1940. Specimen from bed Re 58. MGUIV 5249, upper-lateral view.

Figs. 14, 18, 19.- *Polygnathus dubius* HINDE, 1879. Specimens from bed Re 62. MGUIV 5250, 14. upper-lateral view, 19. lower view; MGUIV 5251, upper-lateral view.

Figs. 15, 16, 17, 25.- *Polygnathus ordinatus* (BRYANT, 1921). Specimens from bed Re 62. MGUIV 5252, 15. upper view, 16. lateral view. MGUIV 5253, 17. lower view, 25. detail of basal cavity (bar=100 µm).

Figs. 20, 21.- *Polygnathus pennatus* HINDE, 1879. Specimen from bed Re 62. MGUIV 5254, 20. upper view, 21. lower view.

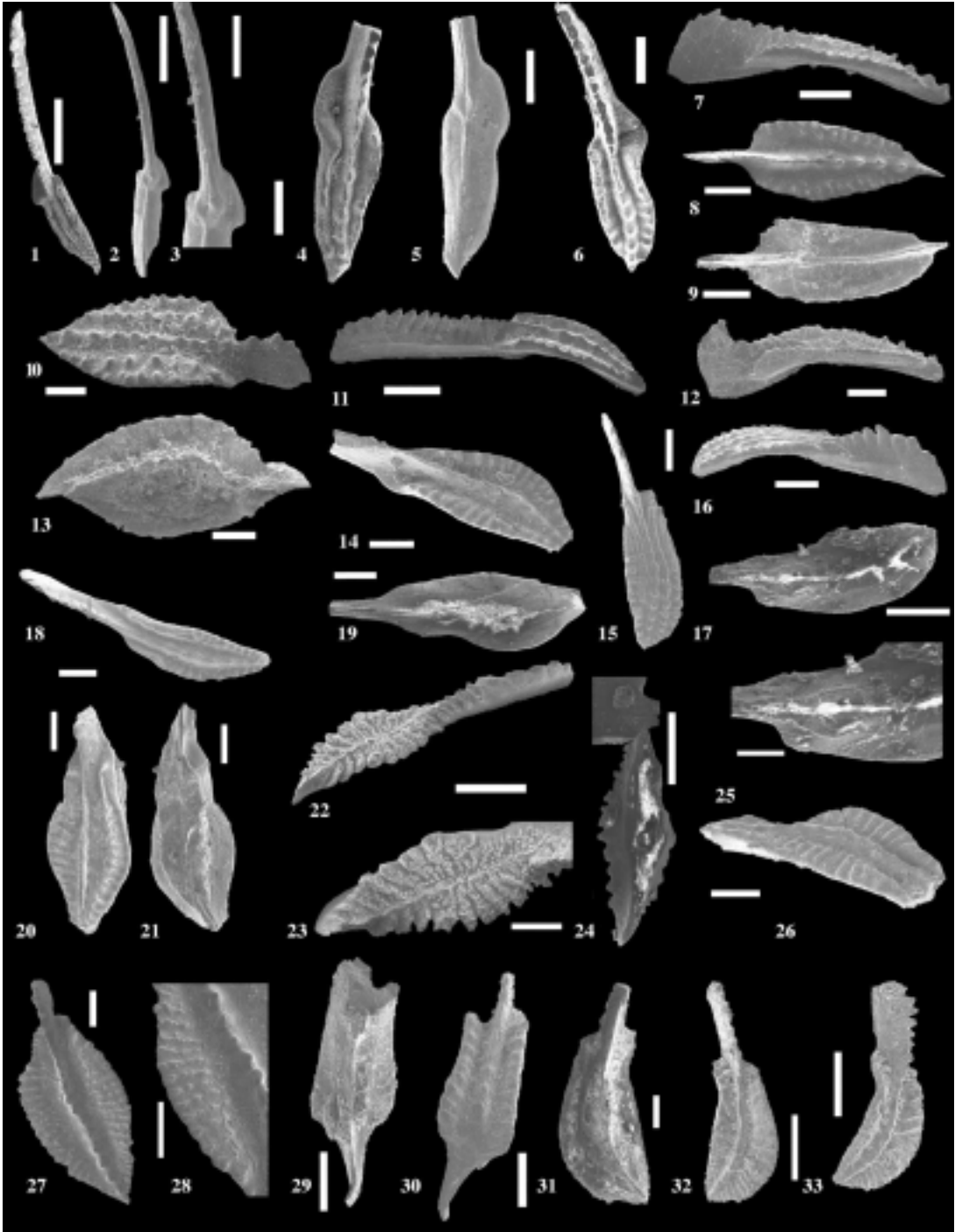
Figs. 22-24.- *Skeletognathus norrisi* (UYENO, 1967). Specimen from bed Re 58. MGUIV 5258, 22. upper-lateral view (bar=100 µm), 23. platform detail, 24. lower view.

Figs. 26.- *Polygnathus rugosa* HUDDLE, 1934. Specimen from bed Re 62. MGUIV 5255, upper view.

Figs. 27, 28.- *Klapperina ovalis* (ZIEGLER & KLAPPER, 1964). Specimen from bed Re 62. MGUIV 5259, 27. upper-lateral view, 28. ornamentation detail.

Figs. 29, 30.- *Polygnathus* aff. *angustidiscus* YOUNGQUIST 1945. Specimen from bed Re 56. MGUIV 5256, 29. lower view, 30. upper view. (Scale bar=200 µm, otherwise explained).

LÁMINA 4/PLATE 4



Discusión: *P. rhenanus* se distingue de *P. timorensis* por tener una lámina libre más larga y una plataforma más estrecha. La asimetría de la plataforma de *P. rhenanus*, la mayor curvatura de su lámina libre, y la posición más retrasada del punto de geniculación externo, permite distinguirlo de *P. varcus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se restringe al Givetense; inicialmente y a partir de los datos de BULTYNCK (1974) en las Ardenas y de GARCÍA-LÓPEZ (1986) en la Cordillera Cantábrica se pensaba que se limitaba a la parte alta de la Subzona *varcus* Media. Posteriormente, BULTYNCK (1987) amplía su rango como sigue: desde la parte media de la Subzona *varcus* Inferior hasta la parte alta de la Subzona *varcus* Media. *P. rhenanus* se ha encontrado en Europa (Pirineos, Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas y Ardenas), Norteamérica (Nueva York, Ohio, Indiana y Michigan) y Australia (Nuevo Gales del sur).

Polygnathus rugosa

HUDDLE, 1934

(Lám. 4, Fig. 26)

- * 1934 *Polygnathus rugosa* n. sp.; HUDDLE, Lám. 8, Figs. 12, 13.
- 1957 *Polygnathus rugosa* HUDDLE; BISCHOFF & ZIEGLER, pág. 96, Lám. 17, Fig. 9-11, 15.
- 1965 *Polygnathus rugosa* HUDDLE; ZIEGLER, pág. 668, Lám. 5, Fig. 14.
- 1971 *Polygnathus pennatus* HINDE; ORR, pág. 51, Lám. 5, Figs. 13-14.
- 1993 *Polygnathus pennatus* HINDE; RACKI & BULTYNCK, Lám. 4, Figs. 9-11.
- 1995 *Polygnathus pennatus* HINDE; HÜNEKE, pág. 122, Lám. 1, Figs. 23-24.

Material: 2 ejemplares en el nivel Re62

Discusión: Muchos autores consideran a los taxones *P. pennatus* y *P. rugosa* como pertenecientes a un mismo grupo, denominado «grupo *pennatus*» y que engloba muchas formas. A pesar de su similitud morfológica los caracteres mencionados a continuación permiten diferenciarlos; por eso nosotros preferimos por el momento mantener las dos formas separadas. Plataforma más ancha a lo largo de toda la longitud, y más simétrica que en *P. pennatus*. Crestas más largas, alcanzando casi la carena, y con disposición claramente más radial. Surcos adcarenales más estrechos y someros. Ausencia de fuertes constricciones en la mitad anterior de la plataforma. Los márgenes laterales de *P. pennatus* son más gruesos, lo que

origina que estos ejemplares tengan en vista lateral un aspecto comparativamente más alto.

Distribución estratigráfica y geográfica: Debido a la sinonimización de los taxones *P. pennatus* y *P. rugosa* mencionada anteriormente, no se conoce con exactitud el rango de *P. rugosa*. La única cita que menciona los rangos relativos de estos dos taxones (BISCHOFF & ZIEGLER, 1957) indica que *P. rugosa* se limita a la parte superior del rango de *P. pennatus*. Los ejemplares figurados por RACKI & BULTYNCK, 1993 (Lám. 4, Figs. 9-11) considerados por nosotros como *P. rugosa*, se localizan en la parte más alta de la Zona *falsiovalis* y en la más baja de la suprayacente Zona *transistans*. Nuestros hallazgos, claramente frasnien- ses, también indican que *P. rugosa* tiene un rango más limitado que *P. pennatus*, y se restringe a la parte alta de éste. Este taxón se ha registrado en Europa (Montañas Renanas, Harz, Montañas Holy Cross y Pirineos) y en Norteamérica (Indiana).

Polygnathus timorensis

KLAPPER, PHILIP & JACKSON, 1970

(Lám. 4, Figs. 4, 5, 6)

- * 1970 *Polygnathus timorensis* sp. nov.; KLAPPER, PHILIP & JACKSON, pág. 655, text-Fig. 2a-d, Lám. 1, Figs. 1-3, 7-10 (con lista de sinonimia).
- 1983 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; KLUG, pág. 108, Figs. 11 I-K.
- 1985 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; BULTYNCK, pág. 280, Lám. 6, Figs. 17-18.
- 1986 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; GARCÍA-LÓPEZ, págs. 98-99, Lám. 10, Figs. 20-29 (con lista parcial de sinonimia).
- 1987 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; BULTYNCK, pág. 162, Lám. 7, Figs. 9-10.
- 1991 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; UYENO, pág. 156, Lám. 3, Fig. 3.
- 1992 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; CARLS & GONG, pág. 210, Lám. 1, Fig. 20.
- 1995 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; SANZ LÓPEZ, págs. 514-515, Lám. 30, Figs. 1-2, 6.
- 1998 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; UYENO, pág. 165, Lám. 12, Figs. 18-19; Lám. 15, Figs. 3-6.
- 1999 *Polygnathus timorensis* KLAPPER *et al.*; SPARLING, pág. 900, Figs. 3.24-3.25.

Material: 25 ejemplares de los niveles Re3 (10), Re5 (1), Re6 (4), Re7 (1), Re8 (2), Re10 (5), Re13 (1) y Re18 (1).

Descripción: Cuerpo principal estrecho de aspecto lanceolado, alargado en formas adultas y corto en

formas juveniles con terminación posterior aguda; varían de simétricos a asimétricos. La asimetría se manifiesta en el desarrollo del margen anterior externo más adelantado con una fuerte invaginación. Ninguno de nuestros ejemplares preserva la lámina libre completa, a pesar de ello y por la relación observada con la plataforma, parece alcanzar al menos la mitad de la longitud de la unidad. Está provista de dentículos elípticos comprimidos lateralmente y libres solo en sus puntas. Carena anterior formada por unos tres dentículos libres solo en sus puntas, que lateralmente dan un aspecto aserrado a la carena; éstos son algo más bajos que los de la lámina libre. Carena posterior se continúa con la anterior, de similares características, constituida por unos 7 dentículos subelípticos y redondeados (juveniles) a triangulares y afilados (adultos) que en general son algo más gruesos que los de la carena anterior, y que van decreciendo en altura hasta el borde posterior. La ornamentación se limita a los márgenes, donde hay unos pocos dentículos tenues que llegan hasta el punto de geniculación, confiriéndole a los márgenes un aspecto aserrado. Surcos adcarenales lisos, más profundos anteriormente y que llegan casi hasta el extremo posterior. Puntos de geniculación ligeramente desplazados. En vista lateral la unidad está suavemente arqueada en sus extremos en dirección aboral. Márgenes de la plataforma y carena de similar altura. Surco marginal anterior interno recto y cóncavo hacia arriba, mientras que el surco marginal anterior externo se inclina fuertemente hacia abajo y alcanza una posición más adelantada en su unión a la hoja libre. Eje oro-aboral situado aproximadamente en la mitad de la plataforma. Cavidad basal pequeña y ovalada que se continúa en dos quillas surcadas, la anterior más ancha y recta, la posterior suavemente curvada.

Discusión: El desarrollo de un surco marginal externo fuertemente inclinado hacia abajo distingue *P. timorensis* de *P. xylus xylus*; esta característica y su aspecto lanceolado más simétrico permite, asimismo, separarlo de *P. ansatus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie que se limita al Givetense (base de la Subzona *varcus* Inferior-Zona de *hermanni-cristatus*) se ha reconocido en Europa (Montañas Renanas, Pirineos, Cordillera Cantábrica y Ardenas), pre-sahara marroquí, Norteamérica (Ontario, Nueva York, Indiana, Kentucky y Ohio), Australia (Nuevo Gales del S) y China (región del Yunnan).

Polygnathus varcus
STAUFFER, 1940
(Lám. 3, Figs. 20, 21, 24)

- * 1940 *Polygnathus varcus* n. sp.; STAUFFER, pág. 430, Lám. 60, Figs. 49, 53, 55.
- 1957 *Polygnathus varca* STAUFFER; BISCHOFF & ZIEGLER, págs. 98-99, Lám. 18, Fig. 32-34; Lám. 19, Figs. 7-9.
- 1965 *Polygnathus varca* STAUFFER; WITTEKINDT, págs. 639-640, Lám. 3, Figs. 11-14.
- 1970 *Polygnathus varcus* STAUFFER; KLAPPER, PHILIP & JACKSON, págs. 657, Lám. 2, Figs. 1-3, 23-25.
- 1995 *Polygnathus varcus* STAUFFER; SANZ LÓPEZ, pág. 516, Lám. 30, Figs. 10-12.
- non 1995 *Polygnathus varcus* STAUFFER; HÜNEKE, pág. 122, Lám. 1, Fig. 16.

Material: 20 ejemplares de los niveles Re5 (1), Re7 (2), Re8 (3), Re10 (4), Re11 (1), Re12 (3), Re36Top (1), Re45 (2), Re48 (1) y Re55 (2).

Descripción: Cuerpo principal lanceolado, simétrico, corto y estrecho con márgenes paralelos a lo largo de la plataforma. Borde posterior agudo. Lámina libre formada por 14-20 dentículos comprimidos lateralmente de altura similar, que ocupa unos dos tercios de la unidad. Carenas anterior y posterior se continúan con la hoja libre, formadas por dentículos similares hasta la mitad de la plataforma, de ahí hasta el final los dentículos son más gruesos están libres y sus puntas conectadas por una débil cresta. En vista oral la plataforma está suavemente ornamentada por dentículos agudos y débiles solo en los márgenes; puntos de geniculación opuestos y ambos con un dentículo. Surcos adcarenales estrechos y profundos que llegan casi hasta el final. Ambos surcos marginales anteriores son cóncavos e inclinados hacia abajo, el externo ligeramente más inclinado. Eje oro-aboral localizado en la unión de la lámina libre y el final anterior de la plataforma. Cavidad basal relativamente grande y labiada que ocupa toda la región anterior de la plataforma (Lám. 3, Fig. 20). Anteriormente se continúa en un surco recto y posteriormente en una quilla suavemente curvada.

Discusión: *P. varcus* se diferencia de *P. xylus xylus* en la longitud de su lámina libre que parece mayor que la plataforma y la situación de la cavidad basal algo más adelantada. *P. timorensis* se diferencia de *P. varcus* en que la longitud de lámina libre es aproximadamente igual a la de la plataforma, y ésta suele ser de tamaño mayor que la de *P. varcus*.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se limita al Givetense; según KLAPPER & ZIEGLER (1979) comienza en la mitad de la Subzona *varcus*

Inferior y alcanza casi el techo de la Subzona *varcus* Superior; anteriormente ZIEGLER (1971) consideró que su rango superior puede alcanzar a la Zona *asymmetricus* Basal. Este taxón se ha registrado en Europa (Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Harz y Pirineos) y Norteamérica (Minnesota y Iowa).

Polygnathus xylus ensensis
ZIEGLER & KLAPPER, 1976
(Lám. 3, Fig. 23)

- 1976 *Polygnathus xylus ensensis* n. subsp.; ZIEGLER & KLAPPER, págs.125-127, Lám. 3, Figs. 4-9.
1989 *Polygnathus xylus ensensis* ZIEGLER & KLAPPER; BULTYNCK, Págs. 97, 99, Lám. 2, Figs. 12-21.
1991 *Polygnathus ensensis* ZIEGLER & KLAPPER; UYENO, pág. 156, Lám. 3, Fig. 12.
1995 *Polygnathus ensensis* ZIEGLER & KLAPPER; SPARLING, pág. 1137, Figs. 2.20-2.24, 8.5, 8.6.
1995 *Polygnathus ensensis* ZIEGLER & KLAPPER; SANZ LÓPEZ, pág. 493, Lám. 24, Figs. 20-21; Lám. 27, Figs. 13-16.
1995 *Polygnathus ensensis* ZIEGLER & KLAPPER; SPARLING, pág. 900, Figs. 3.20-3.21.

Material: Un ejemplar en cada uno de los siguientes niveles Re11, Re12 y Re45.

Descripción: Cuerpo principal largo, estrecho y más o menos simétrico. Márgenes de la plataforma paralelos. Plataforma anterior ligeramente más estrecha que la posterior. Lámina libre de longitud aproximada a la mitad del total de la unidad, formada por, al menos, 10 denticulos elípticos muy afilados de similar altura. Carena anterior constituida por 3-4 denticulos, de menor tamaño que los de la hoja libre, afilados y fusionados, pero sin llegar a formar una auténtica cresta. Carena posterior compuesta por una fila de denticulos circulares que disminuyen de tamaño posteriormente, y que, a veces, llegan hasta el extremo posterior. Márgenes anteriores de la plataforma aserrados con 1-3 denticulos agudos, más claros en el lado interno. En la mitad posterior puede haber denticulos aislados, o denticulos alargados. Surcos marginales anteriores, algo largos y declinados hacia el posterior. Puntos de geniculación opuestos con un denticulo en cada lado. Surcos adcarenales largos, más o menos anchos y profundos. En vista lateral el conjunto está arqueado aboralmente, sobre todo en el borde posterior. Márgenes de la plataforma de igual altura que la carena. Eje oro-aboral localizado entre final anterior de la plataforma y mitad da la unidad. Cavidad basal pequeña y ovalada, anterior-

mente se continúa en un surco recto que se estrecha anteriormente, y posteriormente se continúa en una quilla elevada ligeramente curvada.

Discusión: Los ejemplares clasificados aquí como *P. xylus ensensis* muestran claramente, al menos en uno de los lados, el desarrollo de los surcos marginales anteriores cóncavos hacia abajo y el aspecto aserrado, en ambos lados, de los márgenes anteriores. Estas son las características diagnósticas que permiten diferenciarlo de *P. xylus xylus*.

P. xylus ensensis podría confundirse con formas juveniles de *P. pseudofoliatus*; sin embargo, la presencia de una constricción anterior y una expansión posterior en éste, permite diferenciarlo de aquel.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta subespecie se restringe al Givetense. Según WEDDIGE(1977) y CLAUSEN *et al.* (1979) comenzaría en la Zona *ensensis* y alcanzaría la Subzona *varcus* Inferior; posteriormente JOHNSON *et al.* (1980) y BULTYNCK (1987) extienden su rango hasta el techo de la Subzona *varcus* Media. Este taxón se han encontrado en Europa (Pirineos, Montañas Renanas y Ardenas), pre-sahara marroquí y Norteamérica (Ohio, Mackenzie, Nueva York, Iowa y Nevada).

Polygnathus webbi
STAUFFER, 1938
(Lám. 4, Figs. 31-33)

- * 1938 *Polygnathus webi* n. sp.; STAUFFER, pág. 439, Lám. 53, Figs. 25, 26, 28, 29.
1965 *Polygnathus webbi* STAUFFER; WITTEKINDT, pág. 641, Lám. 3, Figs. 15, 17.
?1967 *Polygnathus normalis* MILLER & YOUNGQUIST; WIRTH, pág. 230, Lám. 22, Figs. 8, 9.
1971 *Polygnathus webbi* STAUFFER; KLAPPER, págs. 66-67, Lám. 1, Figs. 25-28.
? 1985 *Polygnathus webbi* STAUFFER; KLAPPER & LANE, págs. 944-945, Figs. 16.18.
1986 *Polygnathus webbi* STAUFFER; GARCÍA-LÓPEZ, pág. 101, Lám. 14, Figs. 23-30 (con lista parcial de sinonimia).
1991 *Polygnathus webbi* STAUFFER; UYENO, Lám. 5, Fig. 23.
1992 *Polygnathus webbi* STAUFFER; CARLS & GONG, págs. 216-217, Lám. 4, Figs. 1-3.
? 1995 *Polygnathus webbi* STAUFFER; SANZ LÓPEZ, pág. 517, Lám. 34, Figs. 11, 13.
1999 *Polygnathus webbi* STAUFFER; OVNATANOVA *et al.*, pág. 352, Lám. 1, Fig. 6.

Material: 9 ejemplares de los niveles Re56 (3), Re62 (2), Re63 (2) y Re69 (2)

Descripción: Cuerpo principal asimétrico, de contorno semicircular; plataforma externa más desarro-

llada que la interna. La región anterior suele ser más estrecha. Lámina libre más corta que la plataforma, con 8-10 denticulos afilados y comprimidos lateralmente; el segundo y tercer denticulos son los más altos. Carena anterior formada por una cresta de denticulos pequeños, circulares, a veces distinguibles y otras no. Carena posterior, parecida a la anterior, pero con más denticulos, que son más grandes y altos; esta carena sufre un giro marcado en el último tercio de la plataforma para adaptarse a la amplia curvatura del lado externo. La plataforma está ornamentada por crestas transversales o nodos alargados que llegan hasta los márgenes de los surcos adcarenales; éstos, a su vez, son lisos, profundos y llegan casi hasta el extremo posterior. Surcos marginales anteriores cortos y cóncavos hacia arriba. En el margen interno, a veces se observa un marcado ángulo obtuso entre la región anterior y posterior. Aquellos ejemplares que muestran una fuerte expansión del lado externo, sus márgenes anteriores conectan en distinta posición con la hoja libre, estando más adelantado el interno. En vista lateral la unidad se dobla por los extremos en dirección aboral, más fuertemente la región posterior (Lám. 4, Fig. 33) El margen externo está más levantado que el interno. Eje oro-aboral localizado hacia el final del tercio anterior de la plataforma. Cavidad basal pequeña, de contorno oval que se continúa en una quilla anterior surcada y una posterior elevada; ambas están curvadas, mucho más la posterior.

Discusión: *P. webbi* se diferencia de *P. dubius* en la ausencia del rostro. La expansión de la plataforma es mucho más marcada en el primero y se inicia casi desde la parte anterior adquiriendo la unidad un contorno subcircular; además, en *P. webbi* los surcos adcarenales son más largos y profundos, los márgenes laterales más altos, especialmente el externo, y, en algunos ejemplares, el margen interno forma un ángulo marcado entre las regiones anterior y posterior de la plataforma. Adicionalmente, en algunos ejemplares de *P. webbi* la carena está formada por crestas de denticulos finos, mientras que en *P. dubius*, está constituida por una cresta algo robusta, sin llegar a diferenciarse los denticulos que la componen.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie tiene un rango muy amplio que va desde el Frasnense basal hasta el Famienense. Tanto CYGAN (1979) como KÖNIGSHOF & PICHA (1991), consideran que este taxón comienza en el Frasnense más bajo (Zona *asymmetricus* y Zona *falsiovalis* Inferior respectivamente); sin embargo, discrepan en su límite superior. Así Cygan lo sitúa en la Zona *crepida* mien-

tras que Königshof y Picha lo extiende hasta la Zona *marginifera* Superior. Este taxón se ha reconocido en Europa (Cordillera Cantábrica, Montañas Renanas, Pirineos y Montañas Holy Cross), Asia (Montañas Timan y Urales y en la región de Yunnan), Norteamérica (Ohio, Iowa, Nueva York y Alberta) y Australia (Cuenca Canning oriental).

Género *Skeletognathus* SANDBERG, ZIEGLER & BULTYNCK, 1989

Skeletognathus norrisi

(UYENO, 1967)

(Lám. 4, Figs. 22-24)

* 1967 *Polygnathus norrisi* n. sp.; UYENO, págs. 10-11, Lám. 2, Figs. 4-5.

1975 *Polygnathus norrisi* UYENO; KLAPPER *et al.* (in Ziegler (ed.), Catálogo de Conodontos), pág. 309, Lám. 5, Fig. 3.

1980 *Polygnathus norrisi* UYENO; JOHNSON *et al.*, pág. 102, Lám. 3, Fig. 25 (con lista de sinonimia).

1991 *Skeletognathus norrisi*, UYENO, pág. 156, Lám. 3, Fig. 19.

1993 *Skeletognathus Norrisi* UYENO; RACKI & BULTYNCK, Lám. 3, Fig. 10.

1995 *Skeletognathus Norrisi* UYENO; SANZ LÓPEZ, pág. 518, Lám. 32, Fig. 2.

Material: Dos ejemplares en los niveles Re56 (1) y Re58 (1).

Descripción: Cuerpo principal biconvexo, rombooidal, simétrico y con terminación aguda. Lámina libre de aproximadamente igual longitud que el cuerpo principal, formada por 10 denticulos de sección elíptica a lenticular, parece que están libres en sus puntas (éstas están rotas), el primero más bajo, 2-4 más altos y luego descienden progresivamente. En el lado interno, los 5 últimos denticulos van acompañados lateralmente de otros 5 más pequeños, que parecen insertarse un poco más profundamente en la lámina libre. Carenas anterior y posterior mucho más bajas que la hoja libre y constituidas por una cresta en la que posteriormente se diferencian denticulos. Esta cresta y la lámina libre forman un ángulo obtuso muy abierto. Plataforma ornamentada por plaquitas que partiendo de la carena dibujan dos estructuras diferentes. En la mitad anterior las plaquitas convergen posteriormente, están desarrolladas completamente en el lado interno, mientras que en el lado externo se aprecian unos pocos denticulos; en contraste, las plaquitas de la mitad posterior, que son más numerosas en el lado externo, forman una estructura de «chevron» que

apunta anteriormente. En vista lateral el conjunto presenta una curvatura suave en el extremo posterior en dirección aboral. Márgenes de la plataforma algo más altos que la carena. Eje oro-aboral cerca del margen anterior de la plataforma. Cavidad basal pequeña, redondeada, que parece continuarse anteriormente en un surco y posteriormente en una quilla.

Discusión: La ornamentación de plaquitas mostrando una estructura de chevron es diagnóstica. Nuestros ejemplares difieren de todos los figurados en poseer una lámina libre más larga y con mayor número de dentículos. También la ornamentación de cada uno de los ejemplares figurados varía considerablemente.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie se circunscribe a una estrecha banda que comprende el límite Givetense/Frasnense; comienza en la Zona *norrissi* y desaparece en la Zona *asymmetricus* Inferior. El ejemplar de la capa 58 pertenecería ya al rango Frasnense del taxón al haberse encontrado en la misma muestra un ejemplar de *Palmatolepis*. *S. norrisi* se ha registrado en Norteamérica (Alberta, Manitoba, Oklahoma y Nevada) y Europa (Montañas de Holy Cross y Pirineos).

Género *Klapperina* LANE, MÜLLER & ZIEGLER, 1979

Klapperina ovalis
(ZIEGLER & KLAPPER, 1964)
(Lám. 4, Figs. 27, 28)

- 1965 *Polygnathus asymmetricus ovalis* ZIEGLER & KLAPPER; ZIEGLER, pág. 671, Lám. 5, Fig. 6.
1980 *Polygnathus asymmetricus ovalis* ZIEGLER & KLAPPER; JOHNSON *et al.* Lám. 4, Fig. 29.
1989 *Polygnathus asymmetricus ovalis* ZIEGLER & KLAPPER; VANDELAER *et al.* Lám. 3, Figs. 5-6.
1990 *Klapperina ovalis* (ZIEGLER & KLAPPER); ZIEGLER & SANDBERG, pág. 43 (con lista parcial de sinonimia).
1992 *Klapperina ovalis* (ZIEGLER & KLAPPER); CARLS & GONG, pág. 214, Lám. 3, Figs. 4-5.
1993 *Klapperina ovalis* (ZIEGLER & KLAPPER); RACKI & BULTYNCK, Lám. 5, Figs. 8, 10-11, 14-16.
1995 *Klapperina ovalis* (ZIEGLER & KLAPPER); HÜNEKE, pág. 124, Lám. 2, Fig. 13.

Material: 10 ejemplares de los niveles Re56(4), Re62 (5) y Re64 (1).

Descripción: Cuerpo principal más o menos simétrico y de forma ovalada, pero con terminación anterior redondeada y posterior aguda. Anchura máxima localizada en la mitad anterior. Lámina libre muy cor-

ta que ocupa una quinta parte de la longitud total y está formada por 4-5 dentículos fusionados, libres solo en sus puntas, donde el segundo es ligeramente más alto. Se continúa con las carenas de la plataforma, que a su vez presentan una fila de unos 15 dentículos pequeños y de sección oval a subcircular, fusionados, excepto los últimos que están libres. Ornamentación de la plataforma constituida por filas de nodos alargados coalescentes transversalmente, lo que en algún caso pudiera sugerir la existencia de crestas. Cerca de la carena estas filas pasan a pequeños nódulos subredondeados; la ornamentación de la parte anterior y posterior se dispone de forma radial, mientras que en la parte central las filas se ordenan más bien transversalmente. En vista lateral el cuerpo principal es plano y bajo, resaltando la carena y lámina libre.

Discusión: *K. ovalis* difiere de *P. dengleri* por la ausencia de fosas adcarenales y de una cresta más alta en los dentículos anteriores de la lámina libre; además, la ornamentación de la primera es más compleja. En vista lateral, el segundo taxón presenta un aspecto de cuña curvada aboralmente, mientras que el primero es plano. *P. cristatus* posee una lámina libre más larga, y una ornamentación de la plataforma ordenada en filas longitudinales.

Distribución estratigráfica y geográfica: Esta especie comenzaría en el Givetense más superior y alcanza partes medias del Frasnense. Según ZIEGLER & SANDBERG (1990) su rango comprende desde la Zona *disparilis* hasta la Zona *hassi* tardía. Esta especie se halla en Europa (Harz, Holy Cross, Montañas Renanas, Cordillera Cantábrica y Pirineos), Norteamérica (Nevada y Michigan), China (región de Yunnan) y Australia (Cuenca de Canning oriental).

CONCLUSIONES

Se describen y discuten conodontos de 4 géneros: *Icriodus*, *Polygnathus*, *Skeletognathus* y *Klapperina*. Se trata de un total de 28 taxones, citándose por primera vez en la sección de Renanué los siguientes: *Icriodus brevis*, *I. difficilis*, *I. aff. expansus*, *I. latericrescens latericrescens*, *I. lindensis*, *I. aff. regularicrescens*, *I. aff. subterminus*, *Klapperina ovalis*, *Polygnathus aff. angustidiscus*, *P. cristatus*, *P. decorosus*, *P. dengleri*, *P. dubius*, *P. linguiformis klapperi*, *P. linguiformis ssp.*, *P. pennatus*, *P. aff. pseudofoliatius*, *P. rugosa*, *P. varcus*, *P. webbi* y *Skeletognathus norrisi*.

Cuatro de ellos (*Polygnathus decorosus*, *P. dengleri*, *P. varcus* y *P. webbi*) habían sido citados en la

Subfacies Renanué, pero no en esta sección; por lo tanto, se incrementa la caracterización paleontológica y bioestratigráfica de esta Subfacies, lo que facilitará las correlaciones de detalle entre las diversas secciones de la misma

Se describen e ilustran por primera vez conodontos frasnenses de la sección Renanué y se analizan, describen e ilustran gran cantidad de taxones del Givetense.

El estudio detallado con conodontos de la sección Renanué permitirá su futura utilización en correlaciones inter y suprarregionales. Esta sección resulta apta para estudios bioestratigráficos de detalle con varios grupos fósiles, lo que aumenta su potencial bioestratigráfico y de correlación.

La existencia de facies carbonáticas con numerosos bancos bien individualizados, le confieren a esta localidad una gran importancia para la calibración del Givetense, y para el estudio del límite Givetense/Frasniense.

La secuencia paleontológica indica la existencia de dos patrones morfológicos referentes a las plataformas del género *Polygnathus*. De esta forma, las plataformas del Givetense son estrechas y cortas, mientras que las del Frasnense comienzan a alcanzar tamaños considerablemente mayores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Dr. Peter CARLS (Braunschweig, Alemania) durante la estancia de Jau-Chyn Liao en su laboratorio. También queremos expresar nuestro agradecimiento a las Dras. G. SARMIENTO (Madrid), A. GARCÍA-FORNER y a C. MARTÍNEZ (Valencia). Agradecemos los comentarios y el exhaustivo y cuidadoso trabajo de los dos revisores de este manuscrito los Dres. S. GARCÍA LÓPEZ (Oviedo) y J. SANZ LÓPEZ (La Coruña) cuyas observaciones han contribuido a mejorar este trabajo. Por último, queremos agradecer el continuo apoyo prestado en los trabajos de microscopía electrónica por D. Agustín TATO (recientemente fallecido). Este trabajo es una contribución al Proyecto Internacional de Correlación Geológica, PICG 421.

Recibido el día 12 de febrero de 2001

Aceptado el día 27 de noviembre de 2001

BIBLIOGRAFÍA

- BELKA, Z., KAUFMAN, B. & BULTYNCK, P. 1997. Conodont-based quantitative biostratigraphy for the Eifelian of the eastern Anti-Atlas, Morocco. *Geological Society of America Bulletin*, **109**: 643-651.
- BENSAID, M., BULTYNCK, P., SARTENAER, P., WALLISER, O.H. & ZIEGLER, W. 1985. The Givetian-Frasnian Boundary in pre-Sahara Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **75**: 287-300.
- BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W. 1957. Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, **22**: 1-136.
- BRANSON, E. B. & MEHL, M.G. 1933. A study of Hinde's types of conodonts preserved in the British Museum. *Conodont studies*, **3**: 133-167.
- 1933. Conodont from the Grassy Creek shale of Missouri. *University Missouri studies*, **8**: 171-259.
- 1938. The conodont genus *Icriodus* and its stratigraphic distribution. *Journal of Paleontology*, **12**: 156-166.
- BOERSMA, K. TH. 1973. Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrennes. *Leidse Geologische Mededelingen*, **49**: 303-377.
- BRYANT, W. L. 1921. The Genesee Conodont with descriptions of New Species. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences*, **13**: 1-59.
- BULTYNCK, P. 1970. Révision stratigraphique et paleontologique de la coupe type du Couvinien. *Memoir Institute Geologique Université Louvain*, **26**: 1-152.
- 1974. Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givetien de l'Ardenne franco-belge. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Science de la Terre*, **50**: 1-30.
- 1985. Lower Devonian (Emsian) - Middle Devonian (Eifelian and lowermost Givetian) conodont successions from the Ma'der and the Tafilalt, southern Morocco. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **75**: 261-286.
- 1987. Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Science de la Terre*, **57**: 149-181.
- 1989. Conodont from a potential Eifelian/Givetian Global boundary Stratotype at Jbel Ou Driss, southern Ma'der, Morocco. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Science de la Terre*, **59**: 95-103.
- BULTYNCK, P. & JACOBS, L. 1981. Conodontes et sédimentologie des couches de passage du Givétien au Frasnien dans le nord du Tafilalt et dans le Ma'der (Maroc présaharien). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Science de la Terre*, **53**: 1-24.
- CARLS, P. & GONG, D. 1992. Devonian and Early Carboniferous Conodonts from Shidian (Western Yunnan, China). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **154**: 179-221.
- CLAUSEN, C. D., LEUTERITZ, K., & ZIEGLER, W. 1979. Biostatigraphie und Litofazies am Südrand der Elspe Mulde (hohes Mittel- und tiefes Oberdevon; Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). *Geologisches Jahrbuch*, **51**: 3-37.
- CYGAN, C. 1979. Etude de conodontes dévoniens des Pyrénées et du massif de Monthoument. *Travaux Laboratoire Géologie et Pétrologie Université Paul Sabatier, Toulouse*, 340 pgs. (inédito).

- GARCÍA-LÓPEZ, S. 1984. Terminología morfológica de conodontos compuestos y de plataforma. *Revista de Biología de la Universidad de Oviedo*, **2**: 95-105.
- 1986. Los conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico Asturleonés (España). *Publicaciones especiales del Boletín Geológico y Minero*, 112 págs.
- HELMS, J. 1961. Die «nodocostata-Gruppe» der Gattung *Polygnathus*. *Geologie*, **10**: 674-711.
- HINDE, G. J. 1879. On conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale divisions of the Devonian, in Canada and the United States. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, **35**: 351-369.
- HÜNEKE, H. 1995. Early Devonian (Emsian) to Late Devonian (Famennian) stratigraphy and conodont of the Antoinettenweg section in the Lower Harz Mountain (Germany). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **188**: 99-131.
- JOHNSON, J.G., KLAPPER, G. & TROJAN, W.R. 1980. Braquiopod and Conodont sucesions in the Devonian of the northern Antelope Rang, central Nevada. *Geologica et Paleontologica*, **14**: 77-116.
- KLAPPER, G. 1971. Sequence within the conodont genus *Polygnathus* in the New York lower Middle Devonian. *Geologica et Palaeontologica*, **5**: 59-79.
- 1995. Preliminary Analysis of Frasnian, Late Devonian Conodont Biogeography. *Historical Biology*, **10**: 103-117.
- KLAPPER, G. & BARRICK, J. E. 1983. Middle Devonian (Eifelian) Conodont from the Spillville Formation in northern Iowa and southern Minnesota. *Journal of Paleontology*, **57**: 1212-1243.
- KLAPPER, G. & JOHNSON, J. G. 1980. Endemism and dispersal of Devonian Conodonts. *Journal of Paleontology*, **54**: 400-455.
- KLAPPER, G. & LANE, H. R. 1985. Upper Devonian (Frasnian) Conodonts of the *Polygnathus* Biofacies, N.W.T., Canada. *Journal of Paleontology*, **59**: 904-951.
- KLAPPER, G., PHILIP, G. M. & JACKSON, J. H. 1970. Revision of the *Polygnathus varcus* Group (Conodonta, Middle Devonian). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Monatshefte Jahrgang*, **11**: 650-667.
- KLAPPER, G. & ZIEGLER, W. 1967. Evolutionary development of the *Icriodus latericrescens* Group (Conodonta) in the Devonian of Europe and North America. *Palaeontographica Abteilung A*, **127**: 68-83.
- 1979. Devonian conodont biostratigraphy. *Palaeontological Association of London Special Paper*, **23**: 199-224.
- KLUG, C. R. 1983. Conodonts and biostratigraphy of the Muscatatuck Group (Middle Devonian), south-central Indiana and north-central Kentucky. *Wisconsin Academy of Sciences Art and Letters*, **71**: 79-112.
- KÖNIGSHOFF, P. & VON PICHA, M. 1991. Stratigraphische Reichweiten oberdevonischer Conodonten- eine Übersichtstabelle. *Jahrbuch Geologie A*, **134**: 735-737.
- LANE, H. R.; MÜLLER, K. J. & ZIEGLER, W. 1979. Devonian and Carboniferous conodonts from the Perak Malaysia. *Geologica et Palaeontologica*, **13**: 213-226.
- MAWSON, R. & TALENT, J. A. 1989. Late Emsian-Givetian Stratigraphy and Conodont Biofacies-Carbonate Slope and Offshore Shoal to Sheltered Lagoon and Nearshore Carbonate Ramp- Broken River, North Queensland, Australia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **117**: 205-259.
- ORCHARD, M. J. 1979. On a *varcus* Zone conodont fauna from the Ilfracombe Slates (Devonian, North Devon). *Geological Magazine*, **116**: 129-134.
- ORR, W. 1971. Conodonts from Middle Devonian Strata of the Michigan Basin. *Indiana Geological Survey Bulletin*, **45**, 110 págs.
- OVNATANOVA, N.S., KUZMIN, A. V. & MENNER, V. V. 1999. The Succession of Frasnian Province (Russia). In: *Studies on conodonts-proceedings of the Seventh European Conodont Symposium*. SERPAGLI, E. Ed. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **37**: 349-360.
- RACKI, G. & BULTYNCK, P. 1993. Conodont biostratigraphy of the Middle to Upper Devonian boundary beds in the Kielce area of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, **43**: 1-25.
- ROGERS, F. S. 1998. Conodont biostratigraphy of the Little Cedar and Lower Coralville Formations of the Cedar Valley Group (Middle Devonian) of Iowa and significance of a new species of *Polygnathus*. *Journal of Paleontology*, **72**: 726-737.
- SANDBERG, C. A., ZIEGLER, W. & BULTYNCK, P. 1989. New standard conodont zones and early *Ancyrodella* phylogeny across Middle-Devonian boundary. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **110**: 195-230.
- SANZ LÓPEZ, J. 1995. Estratigrafía y bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico Superior-Carbonífero Inferior del Pirineos Oriental y Central. *Tesis de Doctorado. Universidad de Barcelona* (inérita). 514 Págs.
- SEDDON, G. 1970. Pre-Chappel Conodonts of the Llano Region, Texas. In: *Texas Bureau of Economic Geology. University of Texas*, **68**: 1-113.
- SPARLING, D. R. 1983. Conodont Biostratigraphy and Biofacies of Lower Middle Devonian Limestones, north-central Ohio. *Journal of Paleontology*, **57**: 825-864.
- 1995. Conodont from the Middle Devonian Plum Brook shale of north-central Ohio. *Journal of Paleontology*, **69**: 1123-1139.
- 1999. Conodont from the Prout Dolomite of north-central Ohio and Givetian (Upper Middle Devonian) Correlation Problems. *Journal of Paleontology*, **73**: 892-907.
- STAUFFER, C. R. 1940. Conodonts from the Devonian and associated clays of Minnesota.. *Journal of Paleontology*, **14**: 471-435.
- 1938. Conodonts of the Olentangy shale. *Journal of Paleontology*, **12**: 411-443.
- UYENO, T. T. 1978. Some Late Middle Devonian (*Polygnathus varcus* Zone) Conodonts from Central Mackenzie Valley, District of Mackenzie. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **267**: 13-23.
- 1991. Pre-Famennian Devonian conodont biostratigraphy of selected intervals in the eastern Canadian Cordillera. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **417**: 129-161.
- 1998. Middle Devonian brachiopods, conodonts, stratigraphy, and transgressive-regressive cycle, Pine Point area, south of Great Slave Lake, District of Mackenzie, Northwest Territories; Part.II: Conodont faunas. *Geological Survey of Canada, Bulletin* **522**: 146-191.

- UYENO, T. T. & LESPÉRANCE, P. J. 1997. Middle Devonian (Eifelian) conodonts, and their stratigraphic implications, from the mid-Appalachians of Québec. *Geological Society of America, Special Paper*, **321**:145-160.
- UYENO, T. T., TELFORD, T. G. & SANDFORD, B. V. 1982. Devonian Conodont and Stratigraphy of southwestern Ontario. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **332**: 1-55.
- WEDDIGE, K. 1977. Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. *Seckenbergiana Letthaea*, **65**: 179-223.
- WEDDIGE, K. & ZIEGLER, W. 1979. Evolutionary patterns in Middle Devonian conodont genera *Polygnathus* and *Icriodus*. *Geologica et Palaeontologica*, **13**: 157-164.
- WIRTH, M. 1967. Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (Wespyrenäen) mit Hilfe von Conodonten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **127**: 179-244.
- WITTEKINDT, H. 1965. Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. *Fortschritte Geologie in der Rheinland und Westfalen*, **9**: 621-646.
- YOUNGQUIST, W. L. 1945. Upper Devonian Conodonts from the Independence Shale(?) of Iowa. *Journal of Paleontology*, **19**: 355-367.
- 1947. A new upper Devonian conodont fauna from Iowa. *Journal of Paleontology*, **21**: 95-112.
- ZIEGLER, W. 1965. Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. *Fortschritte Geologie in der Rheinland und Westfalen*, **9**: 647-676.
- ed. 1973. Catalogue of Conodonts, I. *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart*, 504 págs.
- ed. 1975. Catalogue of Conodonts, II. *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart*, 404 págs.
- ed. 1977. Catalogue of Conodonts, III. *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart*, 574 págs.
- ed. 1991. Catalogue of Conodonts, V. *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart*, 212 págs.
- ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & JOHNSON, J. G. 1976. Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (Conodonts, Middle-?Upper Devonian) in Europe and North America. *Geologica et Palaeontologica*, **10**: 109-140.